UNIVERSITATEA «AL. I. CUZA» IAŞI
FACULTATEA DE GEOGRAFIE-GEOLOGIE
Secţia de Geochimie

VIOREL ERHAN *VICTOR ŞABLIOVSCHI*

PETROLOGIA ŞI PETROCHIMIA ROCILOR ENDOGENE

VOLUMUL II

lucrări practice

Editura Universităţii «Al. I. Cuza»
Iaşi - 1994

Universitatea „Al.I.Cuza" Iaşi
Facultatea de Geografie-Geologie
Secţia de Geochimie

1997 - 1998
Anul IV

VIOREL ERHAN

VICTOR ŞABLIOVSCHI

PETROLOGIA şi PETROCHIMIA ROCILOR ENDOGENE

VOLUMUL II

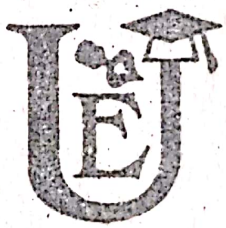
Lucrări practice

IAŞI - 1994

Scanned with OKEN Scanner

Tiparul executat la
Centrul de multiplicare al
Editurii Universităţii «Al. I. Cuza»
Str. Păcurari nr. 9, Iaşi - 6600

Format: 70 x 100 / 16
Coli tipo: 14,63
Apărut: 1994
Comanda: 98



Scanned with OKEN Scanner

C U P R I N S

VOLUMUL I

pag.

I. MINERALELE ROCILOR ENDOGENE..... 1

I_1.Grupa silicaţilor..... 8

1. N E S O S I L I C A T I 8

a. Olivine..... 9

b. Silicaţi de aluminiu..... 11

b_1.Andalusit..... 11

b_2.Cianit(Disten)..... 13

b_3.Sillimanit..... 14

c. Staurolit..... 15

d. Titanit (Sfen)..... 15

e. Granaţi..... 16

2. S O R O S I L I C A Ţ I 20

a. Grupa epidot-zoisit..... 20

a_1.Epidot..... 21

a_2.Clinozoisit..... 21

a_3. Zoisit..... 22

a_4. Allanit (Orthit)..... 22

b. Silicaţi cu structuri inelare cu şase unităţi tetraedrice (ciclosilicaţi)..... 23

b_1. Turmalina..... 23

b_2. Cordierit..... 24

3. I N O S I L I C A Ţ I 24

a.Piroxeni..... 25

a_1. Piroxeni rombici (ortopiroxeni)..... 27

a_2. Piroxeni monoclinici (clinopiroxeni).. 29

a_2.1.Clinoenstatite..... 29

a_2.2. Diopsid..... 31

a_2.3. Hedenbergit..... 32

a_2.4. Augit 32

a_2.5. Pigeonit 33

a_2.6. Jadeit 33

a_2.7. Egirin 34

a_2.8. Spodumen 35

b. Piroxenoizi..... 35

b_1. Wollastonit..... 35

c. Amfiboli 36

c_1.Amfiboli rombici..... 36

c_1... Antofilit..... 39

pag.

c_2. Amfiboli monoclinici..... 39
c_2.1. Grünerit 39
c_2.2. Tremolit 41
c_2.3. Actinot..... 41
Hornblende 42
c_2.4. Hornblendă comună..... 42
c_2.5. Hornblendă bazaltică..... 43
Amfiboli sodici..... 44
c_2.6. Glaucofan..... 44
c_2.7. Arfvedsonit..... 44
c_2.8. Riebeckit..... 45
c_2.9. Barkevikit..... 45
4. F I L O S I L I C A T I 46
a. Grupa micelor..... 46
a_1. Biotit..... 47
a_2. Flogopit..... 47
a_3. Muscovit..... 48
a_4. Sericit..... 49
a_5. Lepidolit (Litionit)..... 49
b. Grupa pirofilit-tale..... 50
b_1. Pirofilit..... 50
b_2. Tale (Steatit)..... 50
c. Grupa cloritelor..... 51
c_1. Proclorit..... 52
c_2. Clinoclor 52
c_3. Pennin 52
d. Grupa micelor casante..... 53
d_1. Cloritoid..... 53
d_2. Stilpnomelan..... 54
e. Grupa mineralelor argiloase..... 54
f. Grupa serpentinelor..... 55
f_1. Antigorit..... 57
f_2. Crisotil (Azbest serpentinic)..... 58
Mineraloizi (Sticle vulcanice)..... 58
5. T E C T O S I L I C A T I 59
a. Grupa silicei..... 60
a_1. Cuarț..... 61

pag.

a_2. Tridimit..... 64
a_3. Cristobalit..... 65
a_4. Calcedonie..... 65
a_5. Opal 66
b. Grupa feldspaţilor..... 67
b_1.Grupa feldspaţilor alcalini..... 69
b_1.1. Ortoz (Ortoclaz)..... 69
b_1.2. Sanidin..... 71
b_1.3. Microclin..... 71
b_1.4. Anortoclaz..... 73
b_2. Grupa feldspaţilor calcosodici(Plagioclazi)..... 74
c. Grupa feldspatoizilor (Foide)..... 77
c_1. Leucit 79
c_2. Nefelin 80
c_3. Cancrinit 81
c_4. Sodalit..... 81
d. Grupa zeoliţilor..... 82
d_1.Natrolit..... 83
d_2. Laumontit..... 83
d_3. Heulandit..... 83
d_4. Stilbit..... 84
d_5. Analcim..... 84
d_6. Chabazit..... 84
e. Grupa scapolitului..... 85
e_1. Scapolit (Wernerit)..... 85
M I N E R A L E A C C E S O R I I 86
I_2. Grafit..... 86
I_3. Pirit..... 86
I_4. Fluorit (Fluorină)..... 87
I_5. Periclaz 87
I_6. Corindon 87
I_7. Hematit..... 88
I_8. Ilmenit..... 88
I_9. Rutil 89
I_{10}. Cromit 90
I_{11}. Brucit..... 90
I_{12}. Limonit..... 90

Scanned with OKEN Scanner

pag.

I_{13}. Calcit..... 91
I_{14}. Apatit..... 92
I_{15}. Magnetit..... 92a

II. R O C I M A G M A T I C E 93

II_1. Structura şi textura rocilor magmatice.. 93
1. Structura..... 93
2. Textura..... 111

II_2. Clasificarea şi descrierea rocilor magmatice. 117
a. R O C I C U A R T O - F E L D S P A T I C E SUPRASATURATE ÎN SILICE (G R A N I T O I D E)..124
a_1. Peracidite..... 125
a_2. Familia granitelor..... 127
$a_{2.1}$. Roci alcaline..... 127
$a_{2.2}$. Roci calcoalcaline..... 130
a_3. Familia granodioritelor..... 144
b. R O C I I N T E R M E D I A R E 148
b_1. Sienitoide..... 148
$b_{1.1}$. Sienite calcoalcaline..... 148
$b_{1.2}$. Sienite alcaline..... 155
$b_{1.3}$. Sienite cu feldspatoizi..... 159
b_2. Monzonit-latite..... 168
b_3. Diorit-andezite..... 171
c. R O C I B A Z I C E 181
c_1. Familia gabbro-bazalt..... 181
$c_{1.1}$. Roci calcoalcaline..... 183
$c_{1.2}$. Roci alcaline..... 196
d. R O C I U L T R A B A Z I C E (U L T R A M A F I T E) 207
d_1. Peridotite..... 208
d_2. Pexknite..... 213
e. R O C I M A G M A T I C E N E S I - L I C A T A T E 215

III. R O C I M E T A M O R F I C E 219
III_1. Structura şi textura rocilor metamorfice. 220
a. Structura..... 220
b. Textura..... 227
III_2. Clasificarea şi descrierea rocilor metamorfice..... 225

pag.

a. C O R N E E N E 229
a_1.Corneene de contact termic..... 230
a_2.Corneene de contact metasomatic..... 232
b. SISTURI CRISTALINE(R O C I C R I S -
T A L O F I L I E N E)..... 235
b_1. Sisturi cristaline de grad scăzut de
metamorfism..... 236
b_2. Sisturi cristaline de grad înalt de
metamorfism..... 249
c. R O C I C A T A C L A S T I C E ... 268

VOLUMUL II

IV. C O M P O Z I T I A C H I M I C A A
R O C I L O R E N D O G E N E 272
IV.1. Reprezentarea grafică a compoziţiei
chimice..... 272
IV.2. Diagrame petrochimice..... 276
a_1. Diagrame petrochimice..... 276
$a_{1.1}$.Diagrama binară..... 277
$a_{1.1.1}$.Diagrama Andreeva,Bogatikov.. 277
$a_{1.1.2}$.Diagrama TAS..... 278
$a_{1.1.3}$.Diagrama Harker..... 278
$a_{1.1.4}$.Diagrama Nockolds-Allen..... 279
$a_{1.1.5}$.Diagrama Gottini..... 280
$a_{1.1.6}$.Diagrama De la Roché-Leterier.280
$a_{1.2}$. Diagrama ternară..... 281
$a_{1.2.1}$.Diagrama AFM..... 281
$a_{1.2.2}$.Diagrama Pearce,Gorman,Birkett.281
a_2.Diagrame paragenetice..... 282
$a_{2.1}$. Diagrama ACF..... 283
$a_{2.2}$. Diagrama A'KF..... 283
a_3. Diagrame petrostructurale..... 289
a_4. Diagrame modale..... 291
a_5. Diagrame de solubilitate..... 291
a_6. Diagrame de stare..... 292
a_7. Diagrame de fază..... 296
b_1. Diagrame baricentrice..... 298
$b_{1.1}$.Diagrama modală Kupletski..... 298
$b_{1.2}$.Diagrama Cetverikov..... 299
$b_{1.3}$.Diagrama Domoratki..... 299

Scanned with OKEN Scanner

pag.

$b_{1.4}$. Diagrama Sobolev..... 300
$b_{1.5}$. Diagrama Zavariţki..... 301
$b_{2.1}$.Diagrama Wright..... 301
$b_{2.2}$.Diagrama Serri şi Saita..... 302
$b_{2.3}$.Diagrama Kuno..... 302
$b_{2.4}$.Diagrama Becke..... 303
$b_{2.5}$.Diagrama Yamasaky..... 304
$b_{2.6}$.Diagrama Peacock..... 304
b_3.Diagrama vectorială..... 305
b_4.Diagrama ternară..... 305
$b_{4.1}$.Diagrama QLM..... 305
$b_{4.2}$.Diagrama Wagger şi Deer..... 306
$b_{4.3}$.Diagrama Larsen..... 307
b_5.Diagrame tetraedrice..... 307
$b_{5.1}$.Diagrama tetraedrică Niggli..... 307
$b_{5.2}$.Diagrama Niggli-Becke..... 308
$b_{5.3}$.Diagrama Niggli-Becke-Bacon..... 308
c. Diagrame în puncte..... 309
c_1.Diagrama liniară Niggli..... 309
cc_2.Diagrama Poldervaart şi Parker..... 309
c_3.Diagrama Tornton şi Tuttle..... 310
IV.3. Coeficienţi petrochimici..... 311
IV.3.1. Coeficientul agpaitic..... 311
IV.3.2. Numărul anortitic..... 311
IV.3.3. Coeficientul de aciditate-alcalinitate. 311
IV.3.4. Coeficientul alcalinităţii normale.. 311
IV.3.5. Coeficientul alcalinităţii..... 311
IV.3.6. Indicele felsitic Simpson..... 312
IV.3.7. Indicele Hess..... 312
IV.3.8. Fericitatea..... 312
IV.3.9. Fericitatea relativă..... 312
IV.3.10. Coeficientul oxidării fierului..... 312
IV.3.11. Coeficientul petrochimic al fericităţii rocilor..... 313
IV.3.12. Coeficientul de oxidare..... 313
IV.3.13. Coeficientul de fracţionare..... 313
IV.3.14. Coeficientul de saturare în silice. 313
IV.3.15. Indicatorul petrochimic al aluminozităţii..... 313

pag.

IV.3.16.Indicele Gottini.....314
IV.3.17.Indicele de consolidare Kuno.....314
IV.3.18.Indicele de cristalizare Poldervaart Parker (C.I.).....314
IV.3.19.Parametrul Larsen.....314
IV.3.20.Indicele serial Rittmann.....314
IV.3.21.Indicele serial alcalin Rittmann....314
IV.3.22.Indicele serial Sugimura.....315
IV.3.23.Indicele silicic Hashimito.....315
IV.3.24.Indicele de culoare Yung-Bruce (M)..315
IV.3.25.Indicele alcali-femic.....315
IV.3.26.Indicele de culoare (M').....315
IV.3.27.Coeficientul manganifer.....315
IV.3.28.Coeficientul titanităţii.....315
IV.3.29.Coeficientul de polaritate petrochimică (C.P.P.).....316
IV.3.30.Indicele calcic (C).....316
IV.3.31.Factorul de cuplare.....316
IV.3.32.Indicele feldspatic Yung-Bruce(F.i.)316
IV.3.33.Coeficientul oxigenului (∝).....316
IV.3.34.Indicele aciditătii.....316
IV.3.35.Coeficientul aciditătii(Vogt).....316
IV.3.36.Indicele leucit-nefelinic.....316
IV.3.37.Indicele saturării Yung-Bruce.....316
IV.3.38.Indicele saturării în silice (K)...316
IV.3.39.Indicele piroxen-amfibolic Yung-Bruce 317
IV.3.40.Gradul albitizării.....317
IV.3.41.Indicatorul feromagnezian(FM).....317
IV.3.42.Numărul atomic al rocii.....317
IV.3.43.Isofal.....317
IV.3.44.Indicele peridotitic(I.p.).....317
IV.3.45.Indicele Murat.....317
IV.3.46.Indicatori petrochimici şi petrogenetici.....317
IV.3.47.Gradul saturării în silice.....318
IV.3.48.Coeficientul silicic Osann.....318
IV.3.49.Indicele oxidării fierului.....318
V.Sisteme petrochimice de calcul.....319
V.1. Metoda Osann.....319

pag.
V.2. Metoda Niggli.....325
V.2.a.Diagrama de diferenţiere Niggli....327
V.2.b.Diagrame binare Niggli.....328
V.2.c.Compoziţia normativă Niggli.....349
V.2.d.Transformarea parametrilor Niggli în caracteristicile Zavariţki.....359
V.3. Metoda Zavariţki.....360
V.3.f.Stabilirea tipului petrochimic de rocă după caracteristicile Zavariţki...371
V.3.1.Metoda Sobolev.....375
V.4. Metoda normativă CIPW.....380
V.5. Metoda Köhler şi Raaz.....389
V.6. Metoda Kuznețov.....395
V.7. Metoda Stefanova.....407
V.7.1.Reprezentări grafice şi principii de clasificare a chimismului rocilor magmatice.420
A.ROCI MAGMATICE FELDSPATICE.....420
B.ROCI MAGMATICE ULTRABAZICE şi NESILICATICE.....428
V.8. Metoda Barth.....443
V.9. Metoda Streckeisen.....455
V.10. Faciesuri metamorfice.Diagramele ACF,A'KF şi AFM.....460
V.10.1. Diagrame ACF.....463
V.10.2. Diagrame A'KF.....466
V.10.3. Diagrame AFM.....468
V.10.4. Diagrama Semenenko,AC(FM).....471

BIBLIOGRAFIE SELECTIVA..... 473
G L O S A R 476
Index-minerale şi roci .....Volumul I
Constante optice ale mineralelor ...Volumul I

Scanned with OKEN Scanner

IV.COMPOZITIA CHIMICA A ROCILOR ENDOGENE

IV.1.Reprezentarea grafică a compoziţiei chimice.

Pentru reprezentarea grafică a rezultatelor analizelor chimice se utilizează sisteme de coordonate,triunghiuri,tetraedri, iar în cazul cercetării produselor tehnice(sticlă,faianţă,porţelan,materiale refractare) se folosesc diagrame centrale(în formă de stea sau multiunghiulare).

Reprezentarea grafică cea mai simplă a analizei chimice este înlocuirea conţinuturilor procentuale a elementelor chimice prin lungimi proporţionale.De exemplu,dacă facem ca procentajul de 100%,să fie egal cu o lungime de 10 cm.,atunci pentru 10%,corespunde 1 cm,pentru 1% = 0,1 cm etc.Acest mod de reprezentare se cunoaşte ca reprezentare liniară(fig.101).In loc de linii drepte se pot întrebuinţa şi paralelograme suprapuse.Lungimea paralelogramelor este proporţională cu greutatea procentuală a componenţilor chimici.Aceasta este reprezentarea columnară(fig. 102)

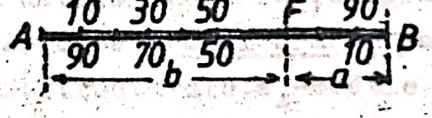


Fig.101.Reprezentarea punctului figurativ P pentru raportul a : b = 30 : 70 = 3 : 7 al compusului AB.

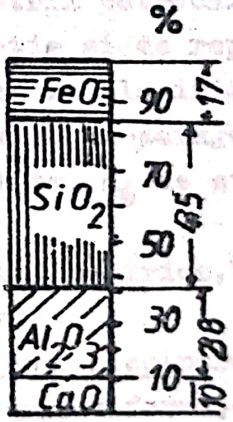


Fig.102.Reprezentarea compoziţiei unei roci într-o diagramă columnară:CaO-10%;Al_2O_3-28%; SiO_2-45% şi FeO-17%.

Exemple: sistemul anortit $CaAl_2Si_2O_8$-albit $NaAlSi_3O_8$: $An_{10}Ab_{90}$; $An_{20}Ab_{80}$; $An_{30}Ab_{70}$; $An_{50}Ab_{50}$; $An_{70}Ab_{30}$; $An_{90}Ab_{10}$.
Sistemul forsterit Mg_2SiO_4-fayalit Fe_2SiO_4 : $Fa_{10}Fo_{90}$;

$Fa_{30}Fo_{70}$; $Fa_{50}Fo_{50}$; $Fa_{70}Fo_{30}$; $Fa_{90}Fo_{10}$ şi $Fa_{100}Fo_0$= Fa_{100} .

Sistemul enstatit $Mg_2Si_2O_6$ - ferrosilit $Fe_2Si_2O_6$:

$Fs_{10}En_{90}$; $Fs_{30}En_{70}$; $Fs_{50}En_{50}$; $Fs_{70}En_{30}$; $Fs_{90}En_{10}$; $Fs_{100}En_0$.

Sistemul ortoclas $KAlSi_3O_8$-albit $NaAlSi_3O_8$:

$Ab_{100}An_0$(albit) ; $Ab_{10}An_{90}$-$Ab_{30}An_{70}$(oligoclaz); $Ab_{30}An_{70}$-$Ab_{40}An_{60}$ (andezin acid), $Ab_{40}An_{60}$-$Ab_{50}An_{50}$(andezin bazic);$Ab_{50}An_{50}$-Ab_{40}. An_{60}(labrador acid); $An_{60}Ab_{40}$-$An_{70}Ab_{30}$(labrador bazic); $An_{70}Ab_{30}$ $An_{90}Ab_{10}$(bytownit) ;$An_{90}Ab_{10}$-$An_{100}Ab_0$ (anortit).

Diagramele centrale.Aceste diagrame pot fi de două tipuri: diagrame stelare (fig.103) şi diagrame poliedrice(fig.104)

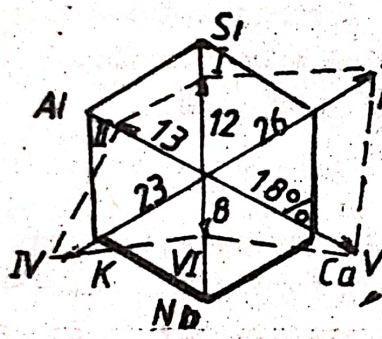


Fig.103. Diagramă stelară.

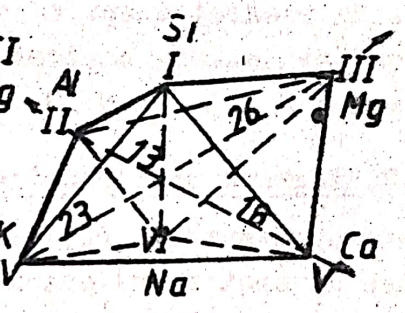


Fig.104. Diagramă poliedrică.

In diagramele stelare,reprezentarea se poate realiza pe 6 drepte întretăiate într-un punct.Pe aceste drepte,care fac între ele un unghi de 60°, pot fi reprezentate conţinuturile în elemente minore ale rocilor endogene,conţinuturile în procente sau în ppm. Se proiectează de la centru spre exterior(uneori cu cercuri concentrice).La conţinuturi egale se obţine un hexagon,care poate fi înscis într-un cerc.Pentru a evidenţia variaţiile elementelor, conţinuturile se unesc printr-o linie subţire,care va fi diferită de a hexagonului(fig.103).

In diagramele poliedrice pot fi reprezentate şase elemente chimice sau oxizi.Diagrama se compune dintr-o bipiramidă cu opt feţe,care se construieşte pe trei axe perpendiculare între ele, intersectându-se într-un punct.Pe fiecare dreaptă notăm conţinuturile în procente sau ppm.(fig.104).

Reprezentarea triunghiulară .In cercetarea chimismului rocilor endogene se utilizează frecvent reprezentări triunghiulare în care se reprezintă trei oxizi,valorile recalculate la 100%.

Se utilizează două tipuri de triunghiuri: echilateral(fig.105) şi dreptunghic(fig.106)

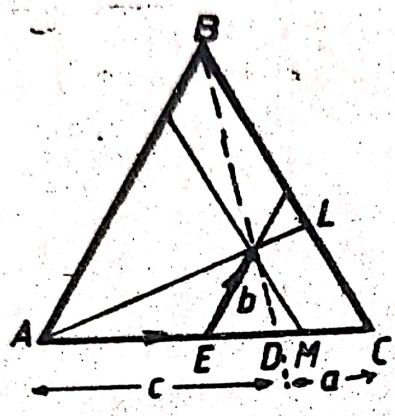


Fig.105. Diagrama ternară echilaterală ABC

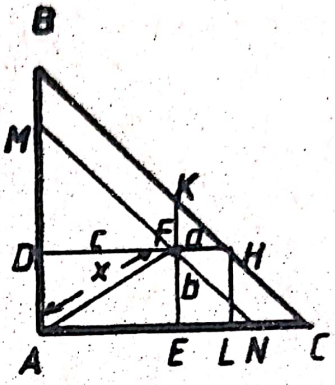


Fig.106.Diagramă ternară dreptunghiulară ABC

Se ştie,că într-un triunghi echilateral,suma perpendicularelor duse dintr-un punct oarecare dispus în interiorul lui este constantă şi egală cu înălţimea triunghiului.Pentru reprezentare înălţimea triunghiului se ia egală cu 100,iar fiecare colţ al triunghiului reprezintă un sistem cu un singur component. In colţuri se trece simbolul elementului chimic sau al oxidului.Cu cât punctul este mai depărtat de colţ,el va conţine o cantitate mai mică din acest component.Trebuie să luăm în considerare nu dreptele care leagă punctul de proiecţie cu colţurile triunghiului,ci perpendicularele duse prin punctul de proiecţie la cele trei laturi ale triunghiului.

Pentru a determina poziţia punctului de proiecţie,caracteristic pentru trei componenţi A,B şi C (după ce suma lor a fost recalculată la 100),se duc paralele la laturile opuse pentru: A = 30 ; B = 30 şi C = 40.Punctul de intersecţie a celor trei drepte,va reprezenta proiecţia probei de rocă,analizată chimic.

Se lucrează mai uşor dacă vom construi linii perpendiculare pe cele trei înălţimi,obţinându-se o reţea.

Reprezentarea tetraedrică.La proiectarea a patru componenţi A,B,C şi D este necesară proiecţia în spaţiu a trei componenţi independenţi.A patra componentă este o caracteristică suplimentară,ce completează primii trei la totalul de 100(fig.107-109).

In fig.107 se prezintă proiecţia în plan a unui complex format din patru componenţi A,B,C şi D după metoda lui Niggli, ce se află în raportul 1:2:3:4 = 10 : 20 : 30 : 40.Proiecţia constă în stabilirea punctului figurativ F din triunghiul A-B-(C + D).Pentru obţinerea punctului pe latura AB,se construiesc două segmente AH = b şi BK = a.Pe latura HK se construieşte un triunghi asemănător cu A,B,(C+D).Înălţimea acestui triunghi va fi punctul figurativ F . A doua valoare-numărul secţiunii se obţine din raportul C:D,egal cu 0,75.Punctul F se va dispune în secţiunea tetraedrului,delimitată de dreapta AB şi planul ce trece prin punctul delimitat de rapoartele 50:50 şi 40:60,calculat din unghiul dintre D şi linia AB.Inclinarea planului c:d = 0,75,valoare cuprinsă între valorile 0,67 şi 1,0(40:60 şi 50:50). Mult mai simplă este proiecţia în tetraedrul drept(fig.108),propus de Zavariţki.Punctele figurative se obţin după proiectarea succesivă a valorilor a,b şi c,în raport cu înălţimea tetraedrului drept D.Reprezentarea ca într-o diagramă ternară.

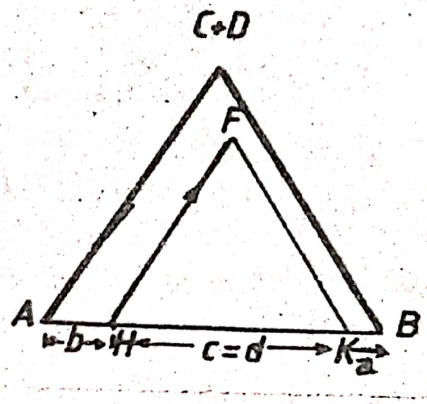


Fig.107.Construirea punctului F în tetraedrul Niggli,coordonatele a:b:c:d=1:2:3:4;c/d=0,75 Secţiunea V-tetraedru.

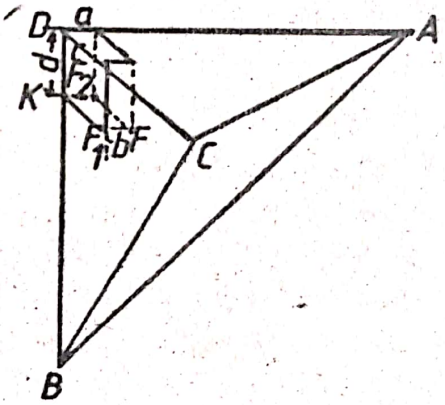


Fig.108. Proiecţia punctului F în tetraedrul drept Zavariţki a:b:c:d 1 : 2 : 3 : 4

Punctul figurativ se proiectează în planul ABD şi planul stâng DBC.Planul DBC este deplasat spre stânga(fig.109) iar în acest caz punctul F se reprezintă în plan prin două puncte F_1 şi F_2.Toată proiecţia are aspectul unui triunghi echilateral dreptunghic cu ipotenuza CDA şi catetele CB şi AB.Din unghiul drept B se trasează înălţimea BD.Punctele F_1 şi F_2 pot fi detaliate cu caracteristici importante petrochimic.

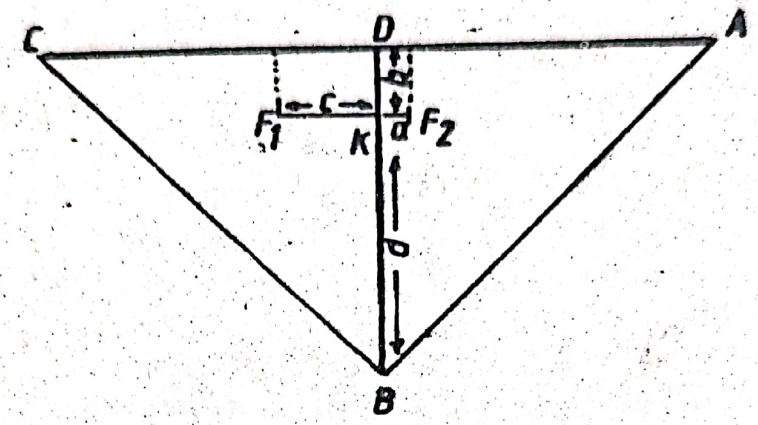


Fig.109. Tetraedrul drept a lui Zavariţki,descompus în vederea proiectării baricentrice a complexului a:b:c:d = 1 : 2 : 3 : 4 = 10 : 20 : 30 : 40 .

IV.2.Diagrame petrochimice.

Sunt reprezentări grafice ale dependenţelor sau a relaţiilor dintre diverşi atomi,oxizi sau parametrii petrochimici. In funcţie de scopul urmărit,modul de construcţie şi de reprezentare a datelor numerice,diagramele petrochimice se clasifică în:

a) după scopul urmărit avem:a_1-petrochimice,a_2-paragenetice a_3-petrostructurale,a_4-modale, a_5-de solubilitate, a_6-de stare, a_7-de fază etc.

b) după modul de construcţie pot fi:b_1-baricentrice,b_2-binare,b_3-ternare,b_4-tetraedrice,b_5-vectoriale etc.

c) după modul de reprezentare a datelor numerice(parametrice sau normative) deosebim: c_1-de variaţie,c_2-punctiforme,c_3-figurative etc.

Dintre acestea menţionăm:

a_1.Diagrame petrochimice. Sunt diagramele care pentru interpretarea compoziţiei chimice a rocilor analizate,folosesc o serie de parametri petrochimici. Parametri petrochimici se obţin din compoziţia chimică a rocilor şi permit obţinerea unor legităţi privind chimismul rocilor cât şi condiţiile lor de formare.Proporţia atomilor şi moleculelor se exprimă în procente (de masă ,atomice sau moleculare),pot reprezenta dependenţe simple între elemente,oxizi,minale sau resultatul prelucrării mate-

matice a acestor valori.

Metodele petrochimice permit determinarea unor indici,parametri,indicatori ,formule ale rocilor şi diagrame cu ajutorul cărora putem compara compoziţia chimică cu alte clasificări ale rocilor cum ar fi CIPW,Niggli,Zavariţki etc.Se utilizează frecvent metodele: Al_2O_3=const(Becke),oxizilor(Osann),tetraedrilor silicatici(Poldervaart),moleculară(Niggli),cationică (Barth),relaţiile dintre oxigeni(Loewinson Lessing şi Barth),bilanţului volumetric(Goplin),bilanţului energetic(Egorov) etc.

Metodele petrochimice constau în interpretarea compoziţiei chimice a rocilor prin utilizarea parametrilor petrochimici şi a diagramelor petrochimice.Scopul petrochimiei constă în elaborarea clasificării chimice a rocilor şi formulelor chimice ale acestora,studiul repartiţiei elementelor în minerale,roci,cât şi modelarea proceselor petrogenetice prin utilizarea informaţiilor PETROGRAFICE,rezultatele INCERCARILOR EXPERIMENTALE şi TEORETICE de PETROLOGIE,cât şi a disciplinelor înrudite în scopul cunoaşterii complete a genezei şi specializării metalogenetice a rocilor.

După numărul parametrilor utilizaţi ele pot fi binare,ternare şi cuaternare:

a_1.1.Diagrama binară.Se realizează îmtr-un sistem rectangular,reprezentându-se în abscisă conţinutul de SiO_2 la %,iar în ordonată oxizii sau atomii în procente de masă,ale elementelor majore,minore şi urmă.Se utilizează frecvent suma alcaliilor, $Na_2O + K_2O$ în diagramele Andreeva şi Bogatikov(1975)-fig.110,TAS -fig.111, Harker-fig.112 sau Nockolds-Allen-113,ultima foloseşte în abscisă indicele Nockolds-Allen,iar în ordonată atomii la % a elementelor majore,minore şi urmă.

a_1.1.1.Diagrama Andreeva,Bogatikov(1975)-fig.110.Este o diagramă binară în coordonatele SiO_2(abscisă) şi conţinutul total de alcalii $Na_2O + K_2O$.Utilizează conţinutul oxizilor din analiza chimică,în procente.Permite separarea rocilor magmatice în trei serii,în funcţie de alcalinitatea acestora,în special a celor vulcanice bazice:bazalte,andezite bazaltoide,bazalte subalcaline şi trachiandezite bazaltice.Conţine şapte câmpuri de roci cu alcalinitate variabilă.Limita dintre andezite bazaltoide şi andezite este la 57% SiO_2 iar cea dintre andezite şi dacite la 64% SiO_2.

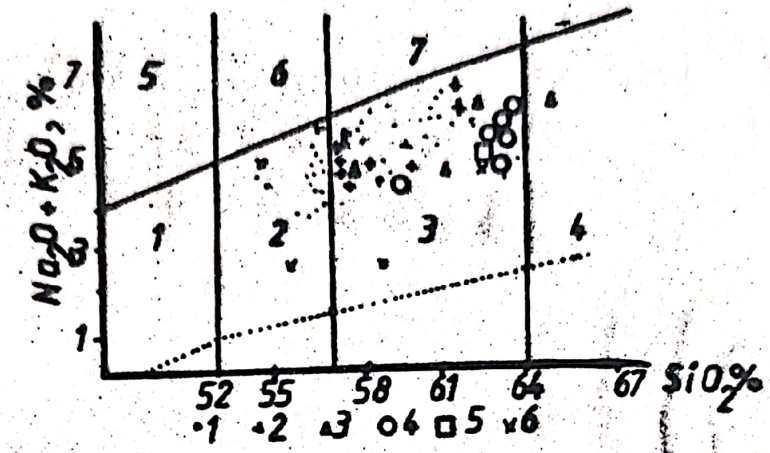


Fig.110.Diagrama Andreeva,Bogatikov(1975)
Denumirea câmpurilor:1-bazalt;2-andezit bazaltoid; 3-andezit;4-dacit;5-bazalt subalcalin;6-trachiandezit bazaltic;7-trachiandezit.

a_1.1.2. Diagrama TAS.(fig.111).Diagramă binară în coordonatele SiO_2,% - total alcalii($Na_2O + K_2O$),%,permite separarea următoarelor tipuri de roci vulcanice:1-bazalt;2-andezit bazaltoid;3-andezit;4-dacit;5-trahibazalt şi 6-trachiandezit.

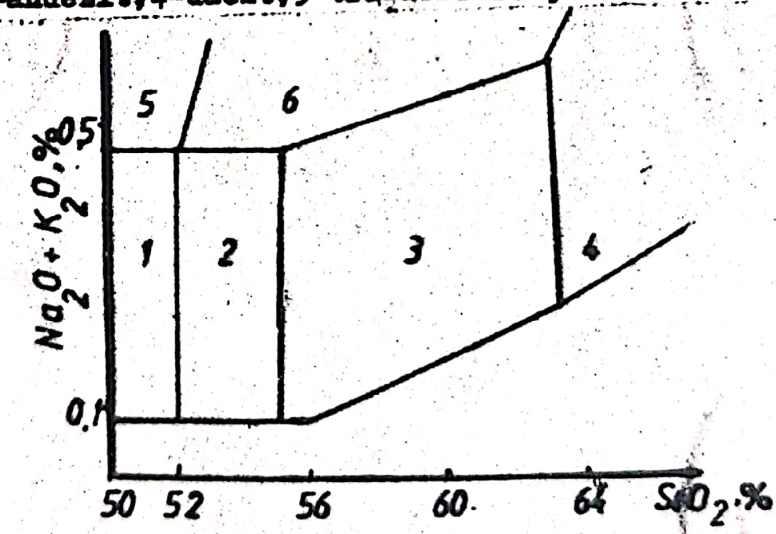


Fig.111.Diagrama TAS (total alcali-siliciu).

a_1.1.3. Diagrama Harker.(fig.112). Constituie reprezentarea grafică a variaţiei conţinutului oxizilor în cadrul unor roci sau serii de roci endogene (magmatice sau metamorfice).Se foloseşte la separarea rocilor magmatice(vulcanice,hipoabisice).

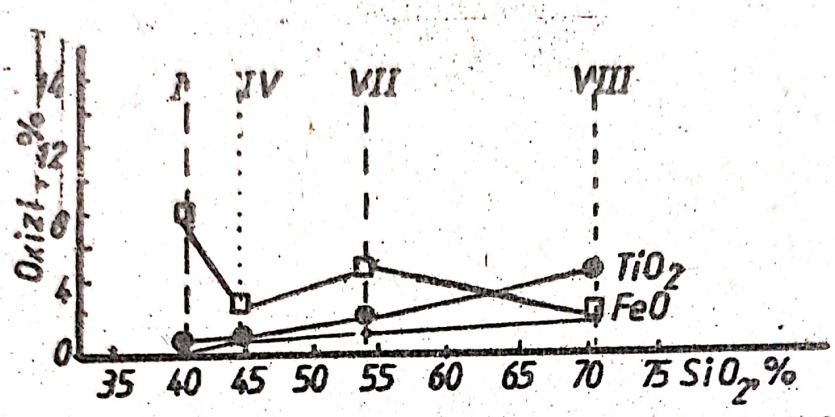


Fig.112.Diagrama de variaţie a H_2O,FeO şi TiO_2 în funcţie de SiO_2în rocile seriei dunit-gabbrou-diorit-granit aplitic.Legendă:I-dunit;IV-gabbrou;VII-diorit; şi VIII-granit aplitic.

a_1.1.4.<u>Diagrama Nockolds-Allen</u>(fig.113) -(I.N.A.).

Indicele Nockolds-Allen sau indicele de diferenţiere se calculează din relaţia (1/3Si+K)-(Ca+Mg) şi poate fi reprezentat în abscisă,în ordonată rapoartele dintre elementele majore şi minore care se pot substitui izomorf(Sr:Ba,Co:Ni,Cr:Ni,Cr:V, Co.1000/Fe^{2+},Co.1000/Mg,Co.1000/Fe_{total},Ni.1000/Fe^{2+},Ni.1000/ / Mg,Ni.1000/Fe_{total},Cr.1000/Fe^{3+},V.100/ Fe^{3+},V.100/Ti,V.100/ /Mg,Sr.100/Ca,Sr.100/(Ca+K),| |Ba.100/K,Li.100/Mg,Ga.100/Al.Permite separarea faciesurilor granitoidice(fig.113)

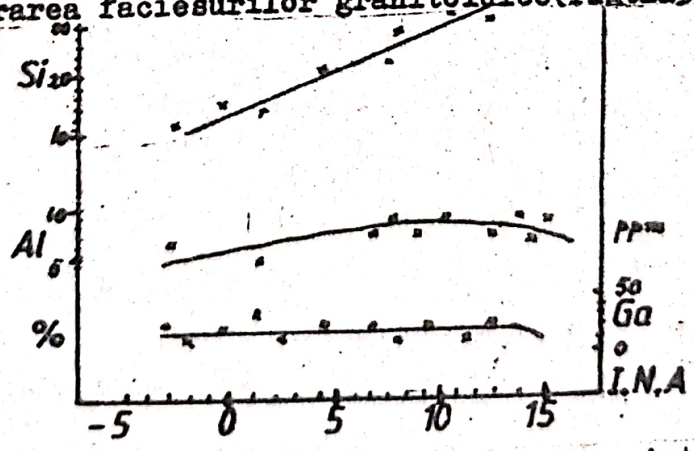


Fig.113.Diagrama Nockolds-Allen de variaţie a Si,Al şi Ga în granitoidele de Cărpiniş-Novaci(H.Savu,1973).

Rezultatele conţinuturilor procentuale de oxizi se transformă în atomi %,pentru rapoarte dintre elemente p.p.m.x1000.

a_1.1.5. Diagrama Gottini(fig.114).

Diagramă binară,în ordonata căreia este menţionată alumino-sitatea rocilor $\mathcal{J} = (Al_2O_3+Na_2O)/TiO_2$ iar în abscisă conţinutul de SiO_2.Utilizează direct conţinuturile oxizilor în procente,%.

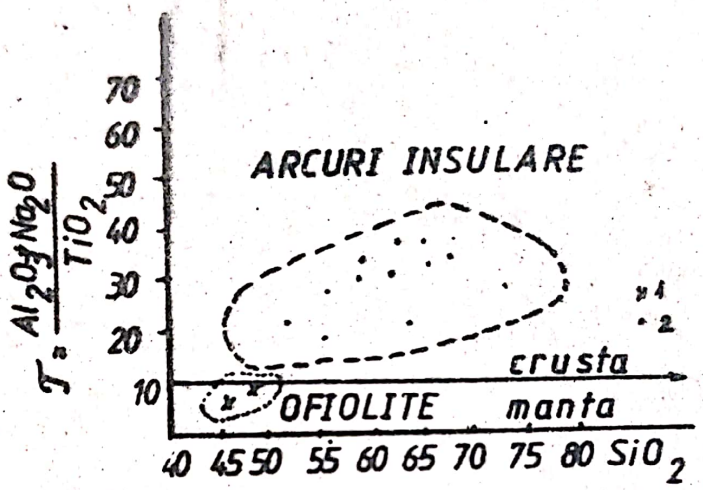


Fig.114.Diagrama Gottini.

Legendă: 1-Ofiolite ; 2 - Arcuri vulcanice insulare

a_1.1.6. Diagrama De la Roché-Leterier(1980).

Diagramă binară în coordonatele R_1(abscisă) şi R_2(ordonată) $R_1 = 4\,Si - 11(Na+K) - (Fe + Ti)$; $R_2 = 6Ca + 2Mg + Al$.Conţinutul elementelor chimice se exprimă în miliatomi gram la 100 grame de rocă.Se utilizează la separarea rocilor magmatice vulcanice sau plutonice(fig.115).

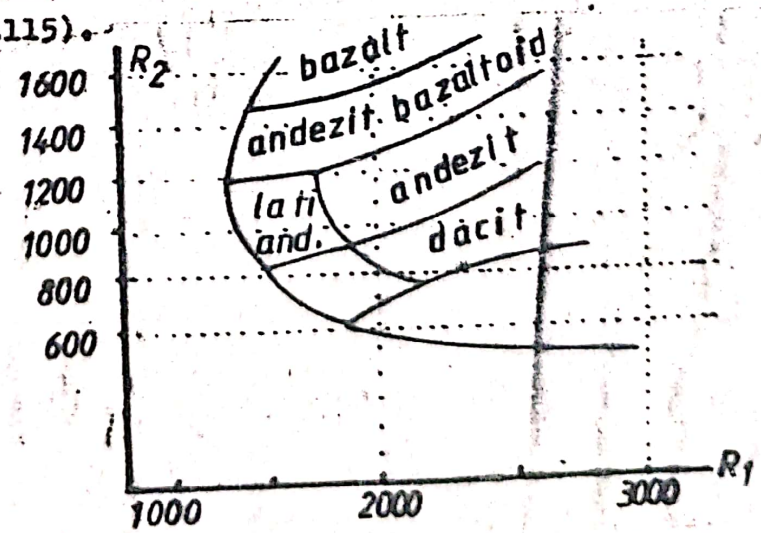


Fig.115.Diagrama De la Roché-Leterier(1980).

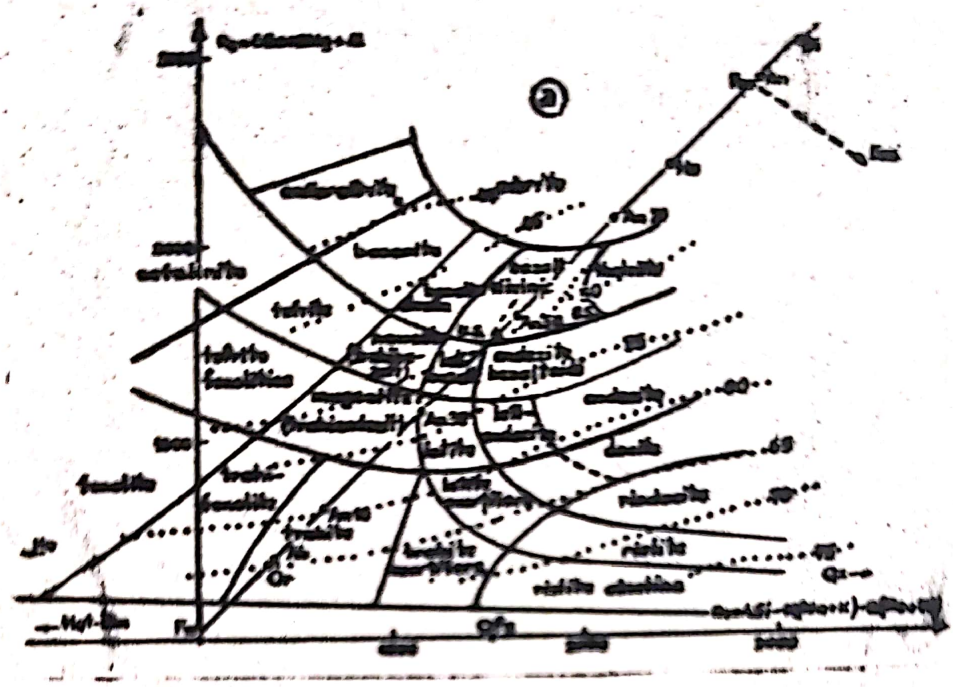


Fig.115a. Diagrama De la Roche (1980)
a. Roci vulcanice

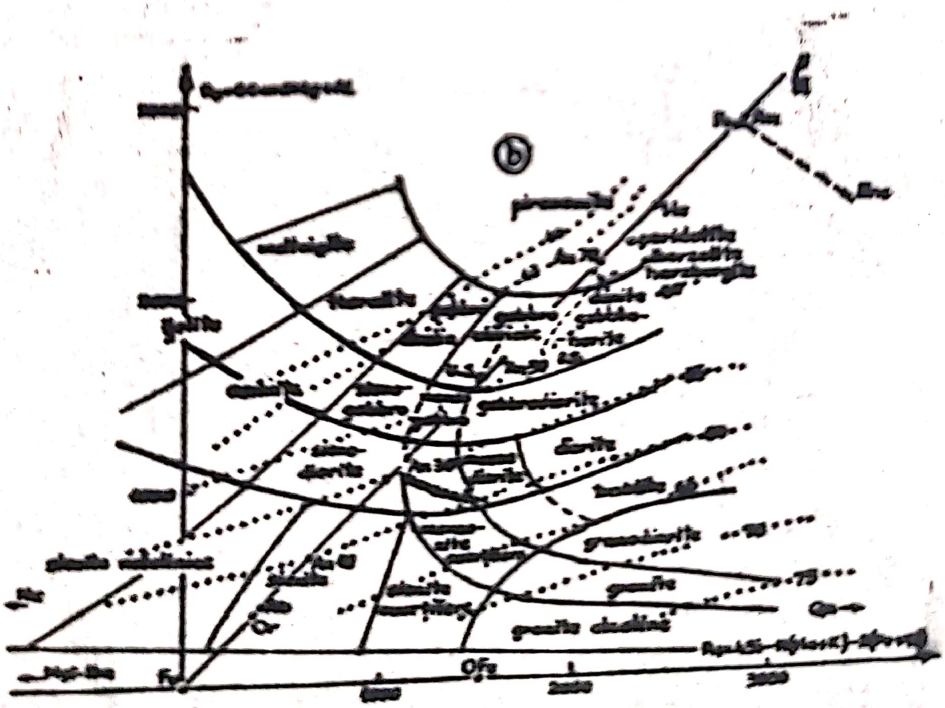


Fig.115b. Diagrama De la Roche (1980)
b. Roci plutonice

Scanned with OKEN Scanner

a_1.2.Diagrama ternară.Aceasta permite reprezentarea grafică a trei componenţi chimici:oxisi sau atomi,după recalcularea la 100 a sumei celor trei componenţi A+B+C,astfel ca a+b+c = 100.In funcţie de triunghiul utilizat,distingem două tipuri:echilaterală (fig.116) şi dreptunghiulară(fig.117).Proiectarea valorilor ca şi în lucrările clasice de interpretare a chimismului.O excepţie constituie diagrama Osann,în care parametrii petrochimici se recalculează nu la 100 ci la 20 sau 30.

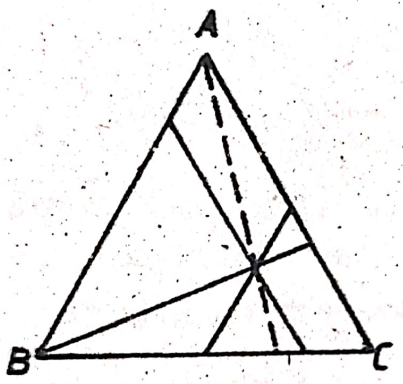


Fig.116.
Diagramă ternară echilaterală.

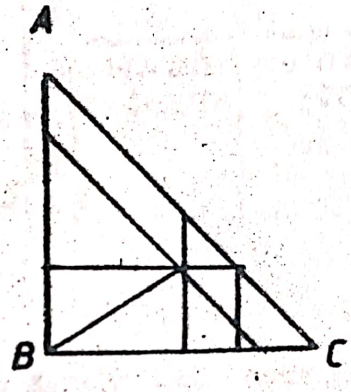


Fig.117.
Diagramă ternară dreptunghiulară.

a_1.2.1.Diagrama AFM (fig.118).Diagramă ternară în colţurile căreia se trec următorii parametrii:M = MgO ;A = $Na_2O + K_2O$; şi F = FeO.Parametrii se calculează din conţinutul procentual a oxizilor din analiza chimică,prin însumarea $MgO+FeO+Na_2O+K_2O$ şi recalcularea valorilor A,F şi M la 100.Pe diagramă se evidenţiază rocile bazice din seriile tholeiitică(Th) şi calco-alcalină(CA)în funcţie de participarea mineralelor feromagneziene(mafice) sau leucocrate(salice).

a_1.2.2.Diagrama Pearce,Gorman şi Birkett(fig.119).Diagramă ternară în colţurile căreia se proiectează conţinuturile de TiO_2, K_2O şi P_2O_5,după ce în prealabil valorile oxizilor au fost recalculate la 100,Se utilizează la separarea bazaltelor oceanice de cele continentale.Dreapta ce separă cele două tipuri de bazalte are coordonatele:(TiO_2=54,5 şi P_2O_5= 0) şi (TiO_2=79,6;P_2O_5=20,4). Câmpul bazaltelor oceanice se dispune în zonele cu conţinuturi ridicate de TiO_2.

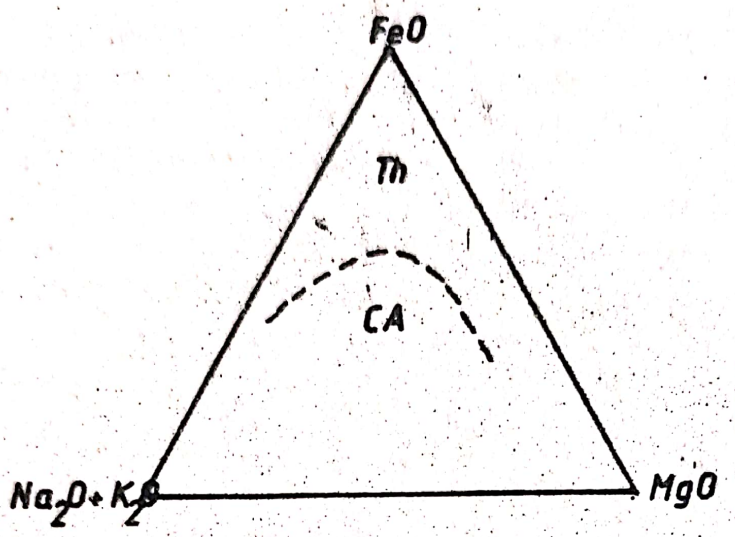


Fig.118.Diagrama A F M .Linia întreruptă separă câmpul bazaltelor tholeiitice de bazaltele CA.

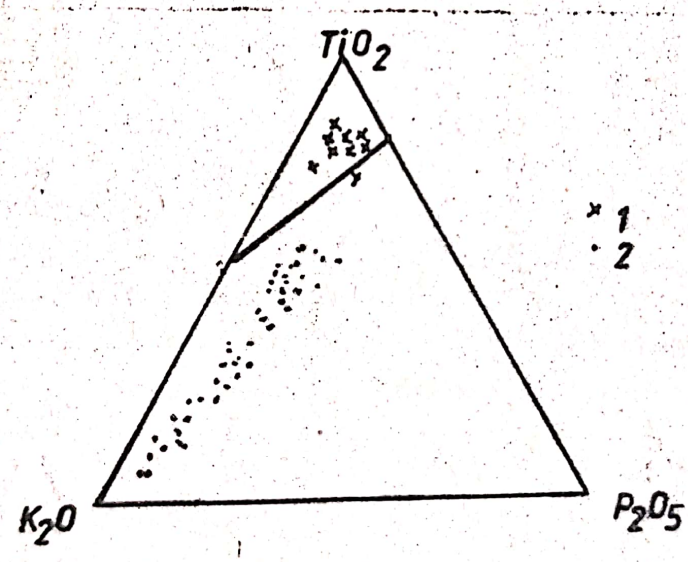


Fig.119.Diagrama Pearce,Gorman şi Birkett
1-ofiolite ; 2-arcuri insulare

a_2.<u>Diagrame paragenetice</u> .Acestea leagă chimismul rocilor de compoziţia mineralogică.Reprezintă echilibrul şi compoziţia chimică a mineralului,la o anumită temperatură sau presiune.Se bazează pe regula fazelor a lui Gibbs,în sisteme naturale termodinamic închise.Compoziţia mineralelor silicatice din roci se exprimă prin următorii 10 oxizi ai elementelor petrogene majore şi minore:SiO_2,Al_2O_3,MgO,CaO,Na_2O,K_2O,TiO_2,MnO,FeO şi P_2O_5.

Dintre acestea menţionăm diagramele ternare ACF şi AKF frecvent utilizate în studiul rocilor metamorfice, bazându-se pe compoziţia lor mineralogică (fig.120).

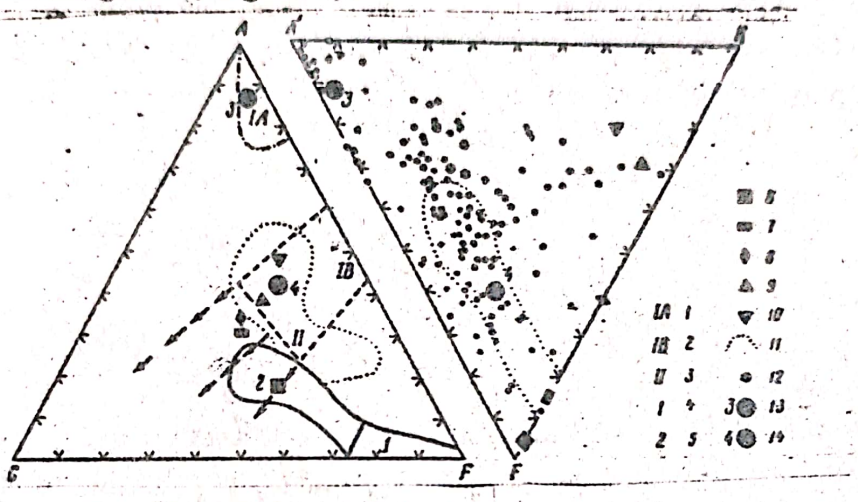


Fig.120.Diagramele paragenetice ACF(a) şi A'KF(b)
Winkler,1967

Legendă:1-argile aluminoase şi argilite;2-argile şi argilite cu un conţinut maxim de 35% carbonaţi şi marne cu 35-65% carbonaţi; 3-graywacke;4-roci ultrabazice;5-andezite şi bazalte;6-roci bazaltice;7-tonalite;8-granodiorite;9-granite CA;10-granite alcaline;11-câmpul graywackelor;12-argile;13-argile continentale din zona tropicală;14-argile marine(Nockolds,1964;Ronov,1957).

a_2.1.<u>Diagrama A C F</u> (fig.12oa) se aplică la rocile metamorfice conţinând cuarţ liber şi lipsite de mice. Se bazează pe calcularea din proporţiile moleculare ale oxizilor a parametrilor: A , C şi F, suma cărora trebuie să fie egală cu 100. $A = Al_2O_3 + Fe_2O_3 - (Na_2O + K_2O)$, $C = CaO + 3,3\ P_2O_5$, $F = FeO + MnO + MgO$.

a_2.2.<u>Diagrama A'KF</u> (fig.120b) se aplică rocilor metamorfice conţinând biotit, muscovit şi stilpnomelan. Se bazează pe calcularea următorilor parametrii A', K şi F din proporţiile moleculare ale oxizilor, prezenţi în analiza chimică a rocii: $A' = Al_2O_3 + Fe_2O_3 - (Na_2O + K_2O + CaO)$, $K = K_2O$, $F = FeO + MgO + MnO$. Se utilizează la analiza asociaţiilor mineralogice, din faciesurile şi subfaciesurilor rocilor metamorfice. Cu ajutorul acestora putem evidenţia paragenese nedecelabile microsco-

pic.

Prezentăm o serie de diagrame paragenetice, caracteristice rocilor calco-alcaline(CA), rocilor ultrabazice(fig.121) şi celor bazice(fig.122), cât şi rocilor ultrabazice alcaline sau de alcalinitate avansată(fig.123).

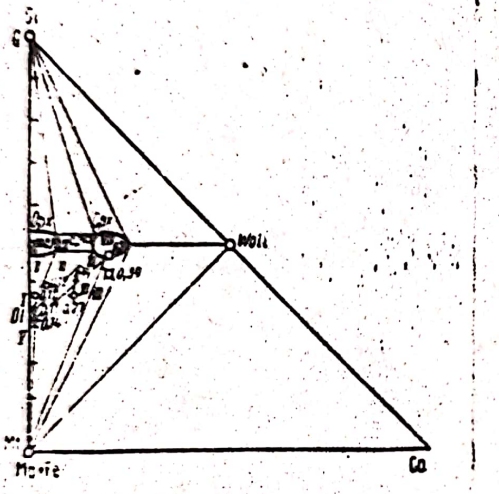


Fig.121. Diagrama paragenetică a rocilor ultrabazice CA
I-dunit; II-harzburgit; 3-lherzolit; IV-wehrlit; V-Olivinit; VI-clinopiroxenit magnetitic cu Ol; VII-clinopiroxenit magnetitic; VIII-clinopiroxenit; IX-webbsterit; X-ortopiroxenit(enstatitit) Mt-magnetit; Ol-olivine; Opx-ortopiroxeni; Cpx-clinopiroxeni; Woll-wollastonit; Q-cuarţ

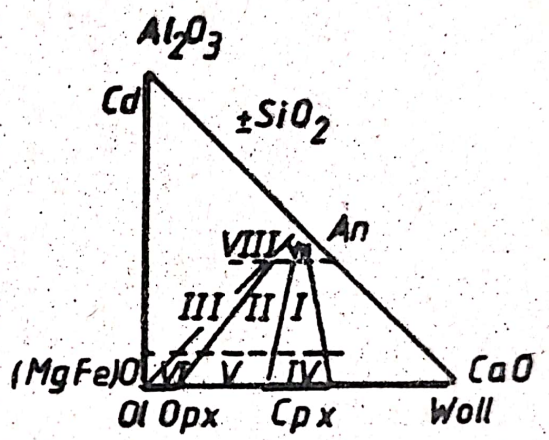


Fig.122. Diagrama paragenetică a rocilor bazice
I-gabbrou; II-gabbro-norit; III-norite cu Opx şi troctolite cu Ol; IV, V, VI-gabbroide melanocrate ce corespund după parageneză gabbroului(IV) gabbro-noritului(V); noritelor şi troctolitelor(VI); VII-gabbroide leucocrate şi anortozite; VIII-gabbroide leucocrate şi anortozite cu corindon(plumasite).

Figura 123. Diagrama paragenetică a rocilor ultrabazice alcaline şi de alcalinitate avansată. Cifrele de pe diagramă reprezintă următoarele roci: 1-dunit; 2-harzburgit; 3-lherzolit; 4-wehrlit; 5-bronzitit; 6-webbsterit; 7-diallagit; 8-kosvit; 9-kimberlit; 10-meimecit; 11-schriesheimit; 12-picrit. Separarea celor trei serii de roci ultrabazice se poate realiza cu ajutorul diagramei Si - (Fe+Mn) -(Na+K) valorile în proporţii atomice recalculate la 100 (fig.124).

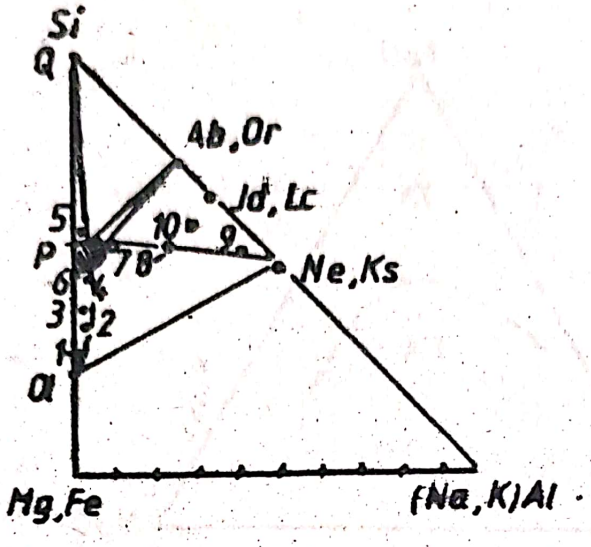


Fig.123.Diagrama paragenetică a rocilor ultrabazice de alcalinitate avansată şi ultrabazice alcaline.

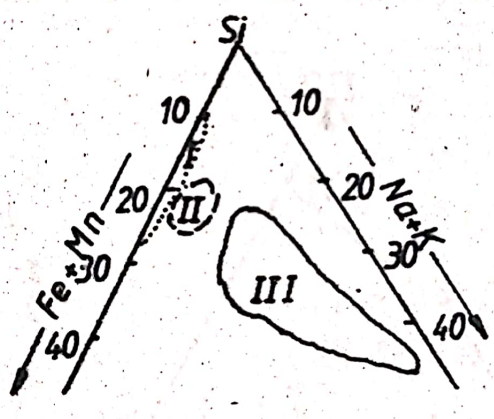


Fig.124.Relaţia dintre alcalinitatea şi fericitatea rocilor ultrabazice pe diagrama Si:(Fe+Mn):(Na+K) I-roci ultrabazice calco-alcaline(CA);II-roci ultrabazice cu alcalii;III-roci ultrabazice alcaline şi peralcaline.

Korjinski utilizează ca mărimi distincte în analiza paragenetică a rocilor granitice,potenţialul chimic (μ) al componenţilor mobili.Prezentăm diagrama paragenetică a granitoidelor(fig.125) şi a rocilor metasomatice funcţie de potenţialele chimice ale potasiului şi sodiului (fig.126), după Dubrovski(1987) şi Korjinski(1973).

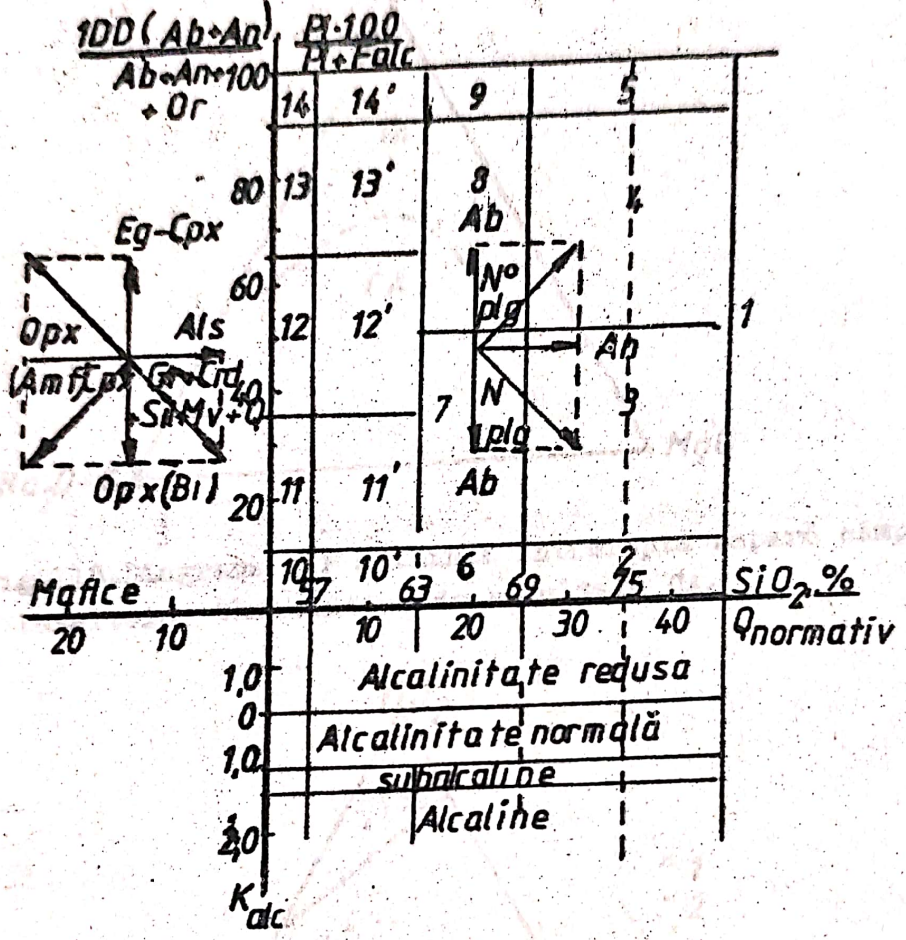


Fig.125.Clasificarea granitoidelor.

1-Silicolite;2-granite FK; 3-granite plagioclaz microclinice;4-granite microclin-plagioclazice;5-granit plagioclazic; 6-granosienit;7-monzogranodiorit;8-granodiorit;9-tonalit;10-sienit feldspatic alcalin;11-sienit;12-monzonit;13-monzodiorit; 14-diorit;10'-14'-varietăţi cuarţifere (Dubrovski,1987).

In cazul figurii 126 se analizează rocile metasomatice dintr-un zăcământ de lazurit din zona Baikal,Rusia,localizat în roci arhaice.Se constată mobilitatea excesivă a H_2O,CO_2,Cl,SO_3, S, Na_2O şi K_2O.Primele componente îşi conservă potenţialul chimic(H_2O,CO_2) iar celelalte şi-l modifică(Cl,S,SO_3) determinând apariţia în locul lazuritului sau haüynului a nefelinului,datorită potenţialelor chimice reduse ale Cl,S şi SO_3.

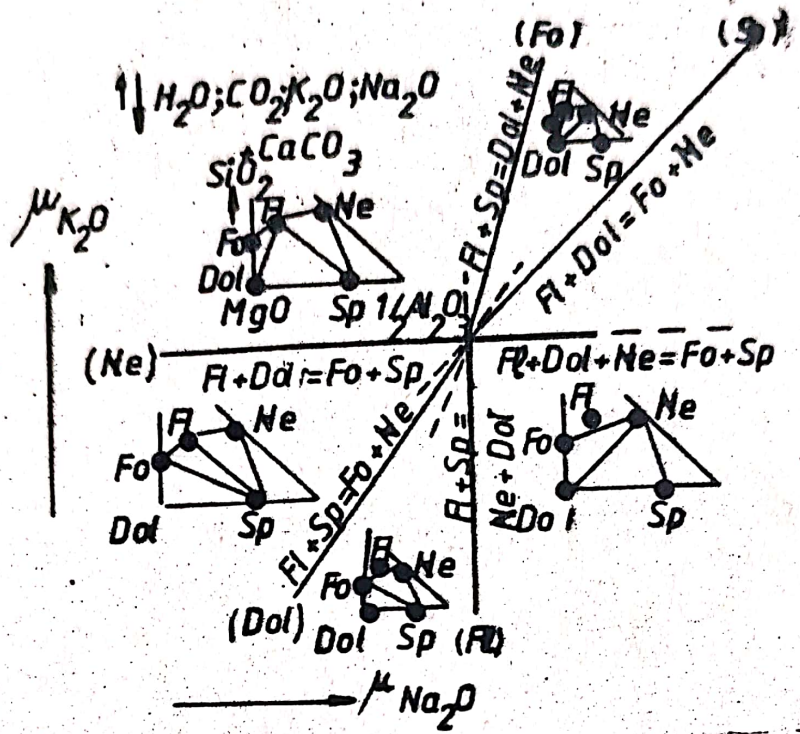


Fig.126.Diagrama paragenetică a rocilor metasomatice conţinând lazurit în funcţie de potenţialul chimic al Na_2O şi K_2O,cu trei componenţi inerţi $MgO-1/2Al_2O_3-SiO_2$,în condiţiile unui exces de calciu(Korjinski,1973,p.176).

In diagrama paragenetică a granitoidelor în funcţie de potenţialul chimic al Na_2O şi K_2O se pot separa cinci câmpuri cu următoarele parageneze (fig.127):

I-1)Q+Or+Pl+Bi;2)Q+Pl+Bi+Hb;3)Q+Pl+Hb+Cpx;

II-4)Q+Or+Bi+Hb;5)Q+Or+Pl+Hb;(3) Q+Pl+Hb+Cpx;
6)Or+Pl+Bi+Hb.

III-(4) Q+Or+Bi+Hb;7)Q+Or+Hb+Cpx;8)Q+Or+Pl+Pi;9)Or+Pl+Hb+Cpx
10) Or+Pl+Bi+Hb;

IV-(1) Q+Or+Pl+Bi;10)Q+Pl+Bi+Cpx;11) Q+Bi+Hb+Cpx;
12) Pl+Bi+Hb+Cpx;

IV-(13)Q+Or+Bi+Cpx;(8) Q+Or+Pl+Cpx;(11)Q+Bi+Hb+Cpx;
14)Or+Pl+Bi+Cpx;(12) Pl+Bi+Hb+Cpx

III_2-(4)Q+Or+Bi+Hb;(7)Q+Or+Hb+Cpx;(8)Q+Or+Pl+Cpx;
15)Or+Bi+Hb+Cpx;(14)Or+Pl+Bi+Cpx;(12)Pl+Bi+Hb+Cpx.

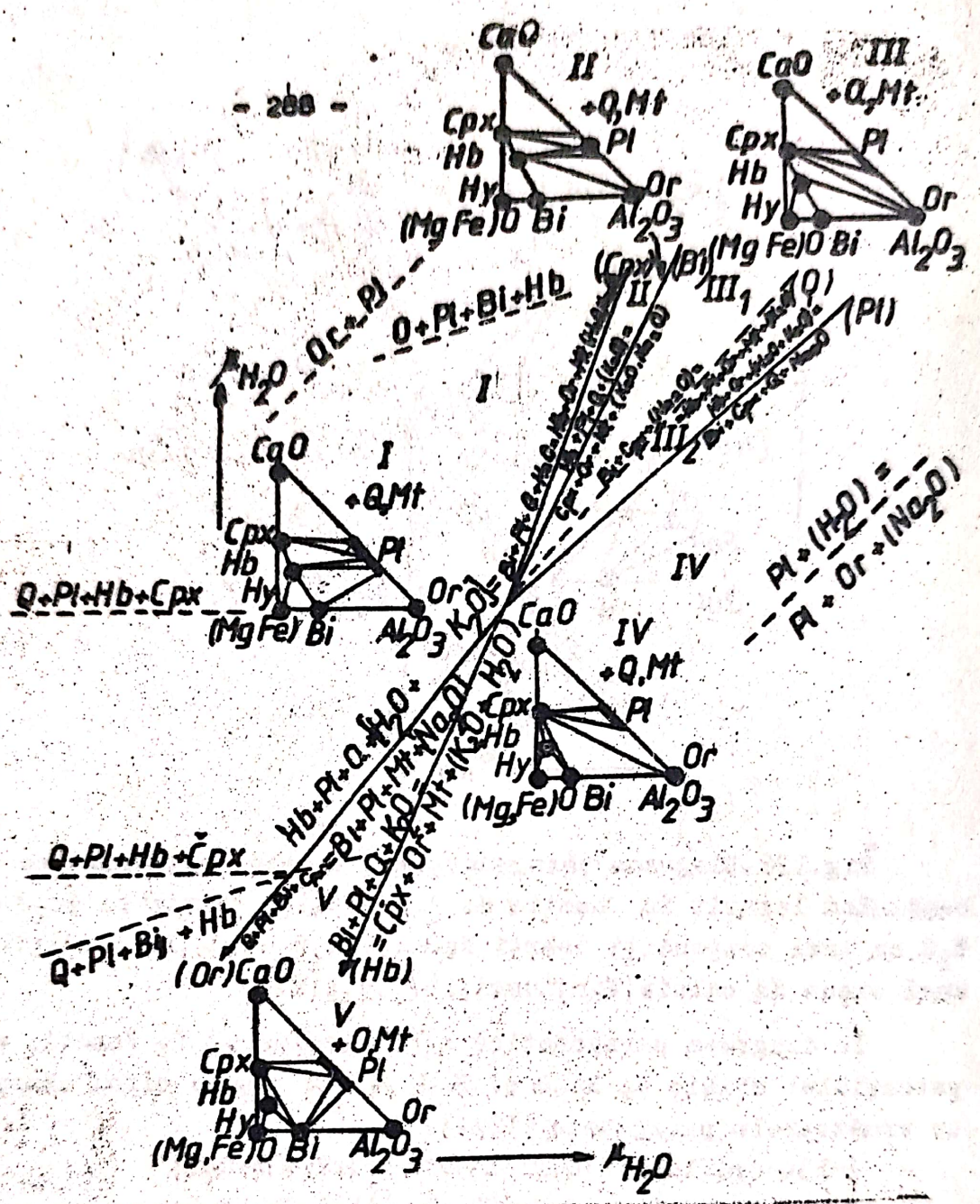


Fig.127.Diagrama paragenetică a granitoidelor în funcţie de potenţialul chimic al K_2O şi Na_2O;Bi-biotit;Hy-hipersten,Q-cuarţ,Mt-magnetit,Or-ortoclaz,Cpx-piroxen monoclinic,Pl-plagioclaz,Hb-hornblendă(Korjinski,1973).

Câmpul I este câmpul granitoidelor normale.Se caracterizează prin stabilitatea asociaţiei plagioclaz,hornblendă şi biotit-tipică granitoidelor de alcalinitate normală.In câmpul II în locul asociaţiei Bi+Pl devine stabilă asociaţia Or+Hb,caracteristică granitoidelor cu alcalinitate puţin mai avansată,în special granosienitelor.In câmpul III asociaţia Pl+Hb devine instabilă şi este înlocuită prin Or+Cpx.Această asociaţie este caracteristică sienitelor.In câmpul IV în locul asociaţiei Hb+Or devine stabilă asociaţia Cpx+Bi,adică hornblenda la această alcalinitate este instabilă în prezenţa feldspaţilor.Aceste relaţii paragene-

tice sunt tipice rocilor potasico-monzonitice.In fine,câmpul V se distinge de câmpul IV prin faptul că asociaţia Cpx+Or(IV) este înlocuită printr-o asociaţie stabilă Bi+Pl.

Dacă dorim să luăm în consideraţie şi paragenezele conţinând cuarţ,trebuie analizată şi dreapta(Q),care separă câmpul III în două secteare:III_1 şi III_2 (fig.127).

a_3.Diagrame petrostructurale.Acestea permit analiza microstructurii mineralelor din rocile deformate cât şi a orientării preferenţiale a unor minerale,în secţiuni orientate.Acestea sunt cercetate la măsuţa universală Fedorov,rezultatele se proiectează pe reţeaua Schmidt în vederea realizării prelucrării statistice a măsurătorilor(axe optice,foliaţie,lineaţie,plane de maclă,clivaj,unghiul axelor optice 2V etc.), obţinându-se diagramele petrostructurale(fig.128).Orientarea mineralelor poate fi stabilită şi cu ajutorul razelor X(Baker şi colab.,1969).

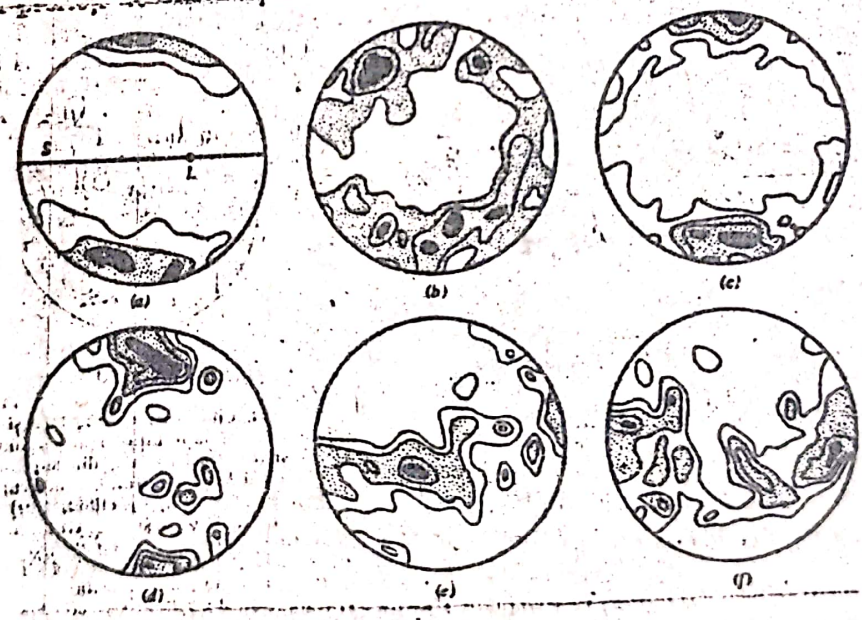
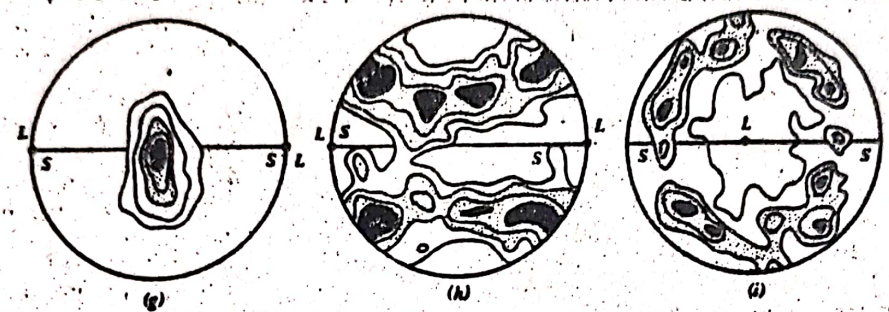
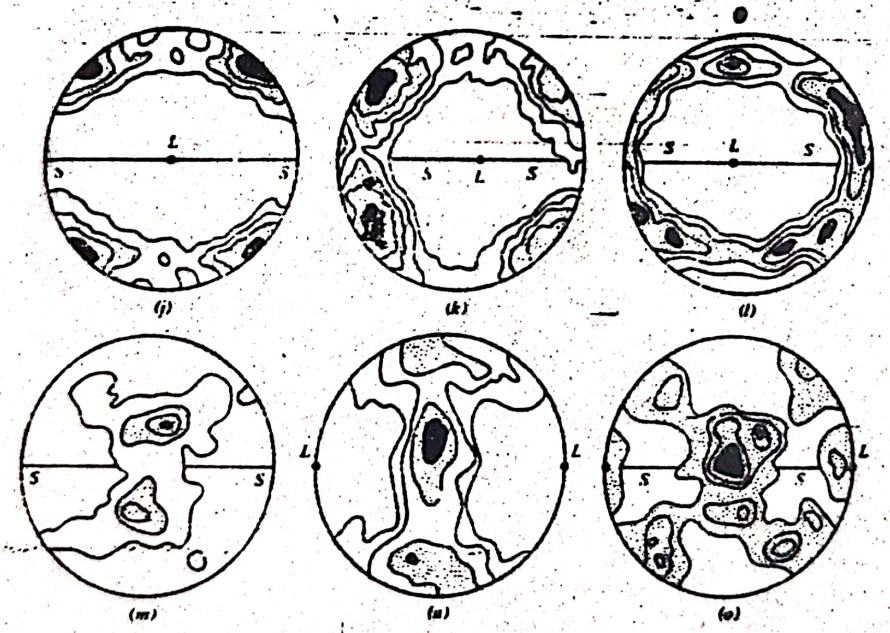


Fig.128.Diagrame petrostructurale.Modele uzuale ale orientării cristalografice preferenţiale în roci deformate natural; (a),(b) şi (c) orientarea axelor "c" ale calcitului din roci deformate;(d),(e) şi (f)-modele comune ale orientării preferenţiale a axelor "c"ale cuarţului din roci deformate.(a) 240 de axe "c" ale unor cristale mari şi deformate de calcit.Conturari de 1,3 şi 6% pentru 1% din suprafaţă,Vennatal,Tirol,Austria,după Folkel (1929).S este foliaţia,L este liniaţia,(b) 263 axe "c" ale calci-

tului.Contururi la 1,2 şi 3%-după Sander(1950),(e) 209 axe "c" ale calcitului,marmură de Yule nedeformată,după Griggs(1940),(d) direcţiileX,(e) Y şi (f) Z ale 120 cristale de olivină.Contururi la 1,2,4 şi 6% pentru 1% din suprafaţă,Ilmenspitz,Italia,după Andreata(1934).



(g) 138 axe "c" ale cuarţului,Slickenside,după Sander(1930),(h) 264 axe optice ale cuarţului,Hartsmanndorf,Germania,(i) axe optice ale cuarţului,cuarţit Brome County,Quebec(Fairbairn,1930).



(j) 300 axe "c" ale cuarţului.Contururi la 1,3,5 şi 8% pentru 1% din suprafaţă.Milonit,pânza Moine(Christie,1963),(k) 200 de axe "c" ale cuarţului,granule recristalizate în milonit,Australia Centrală,(l) 200 axe "c" ale cuarţului.Contururi 1,2,3 şi 4%,(m) axele"c" ale cuarţului într-un granit,zonă forfecare,Japonia,(n) axe"c" ale cuarţului,Unais de Mugle,(o)115 axe"c" ale cuarţului, granulit,Saxonia.

a_4.Diagrame modale.

Diagrame ce utilizează compoziţia mineralogică a rocii, în procente de masă rezultată din analiza planimetrică a secţiunii subţiri.Prezentăm diagrama lui Irvine şi Baragar(1971) pentru rocile vulcanice:indicele de culoare standard şi plagioclaz standard(fig.129)

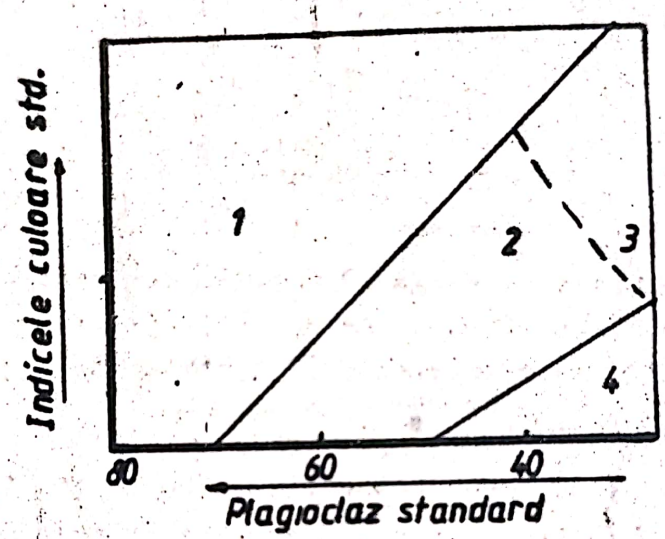


Fig.129. Diagrama modală a rocilor vulcanice. Indice de culoare-plagioclaz standard(Irvine,Baragar,1971)
1.basalt;2.andezite tholeiitice;3.andezit;4.dacit.

a_5.Diagrame de solubilitate.

Acestea se referă la solubilitatea unor gaze în topiturile magmatice.Melnik(1978) a sistematizat rezultatele experimentale privind solubilitatea diverselor gaze în topiturile magmatice la temperaturi de 1500 K şi presiuni de până la 15 kbari: Ar,H_2,O_2,N_2,CH_4,CO,CO_2,HCl,H_2O,H_2S,NH_3 şi SO_2.Prezintă parametrii termodinamici în condiţiile petrogenezei plutonice(volumul molar,coeficienţii de fugacitate şi potenţialul izobar).

In fig.130 prezentăm diagrama de solubilitate a apei în topituri de cuarţ,albit,granit şi bazalt la presiuni cuprinse între 0 şi 8 kb.La presiuni ridicate(4000-6000 atm.) solubilitatea izotermică se apropie de o dependenţă liniară $X_{H_2O}=K\ P_{H_2O}$
Se observă o legătură între solubilitatea apei şi compoziţia topiturii silicatice.Solubilitatea cea mai redusă apare la cuarţ,

(valorile apei în moli,%) iar cea mai mare la albit.Solubilitatea apei în topiturile granitice şi bazaltice creşte odată cu mărirea conţinutului de alcalii din topitură.

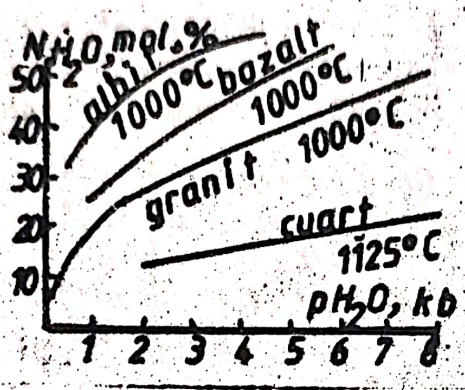


Fig.130.Solubilitatea apei în topiturile de albit,bazalt, granit şi cuarţ(în procente molare,considerându-se că topiturile sunt ovasicristaline),Marakuşev(1976).

2$_6$.Diagrame de stare

Diagramele care reprezintă punctele de topire în raport cu presiunea şi temperatura sau sisteme multicomponent în funcţie de concentraţie se definesc ca DIAGRAME DE STARE.Pe aceste diagrame se reprezintă fazele solide,topiturile şi porţiunile de stabilitate a modificaţiilor polimorfe.In cazul sistemelor cu mai mulţi componenţi nu există un punct fix de topire ca în situaţia sistemelor monocomponent,vom avea un interval de topire.Aşa numitul punct liquidus reprezintă începutul temperaturii de cristalizare,iar punctul solidus este temperatura cristalizării complete.Punctele liquidus şi solidus se modifică în funcţie de compoziţia sistemului şi din aceste motive vom avea două curbe de liquidus şi solidus.Deasupra curbei liquidus vom avea TOPITURA,între curbele liquidus şi solidus CRISTALE+TOPITURA,iar sub curba solidus vor exista numai minerale cristalizate(topire CONGRUENTA).In cazul topirii INCONGRUENTE mai apar două domenii subliquidus şi subsolidus cu minerale noi formate prin topire incongruentă.

Diagramele de stare pot fi binare,ternare etc.Se cunosc următoarele tipuri de diagrame binare:a) tipul în care componenţii se amestecă în proporţii nelimitate dând amestecuri izomorfe; sistemul se solidifică sub forma unei faze cristaline unice.

Dintre minerale citãm:feldspaţii plagioclazi şi olivinele ce alcãtuiesc astfel de sisteme(fig.131 şi 132).

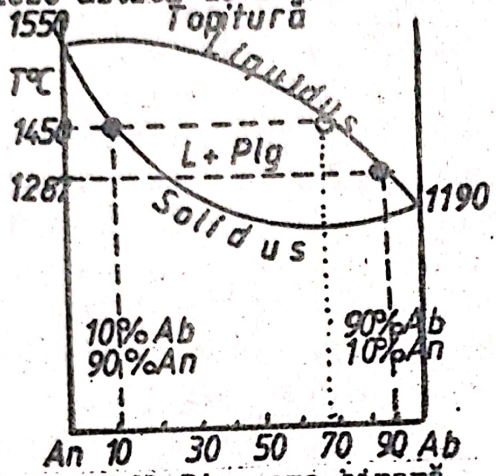


Fig.131.Diagrama binară de stare a feldspaţilor plagioclazi(valabilă numai la rocile plutonice.

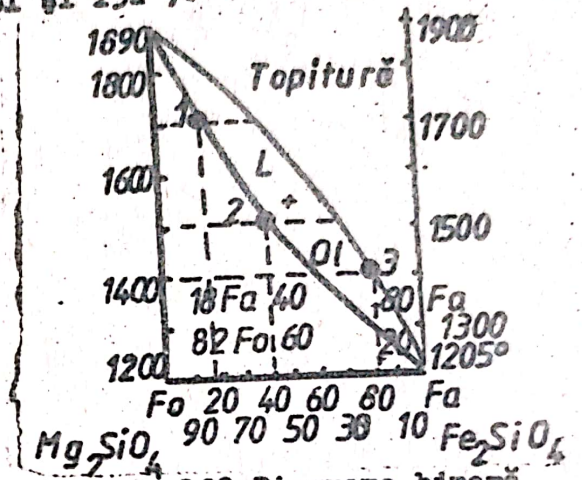


Fig.132.Diagrama binară de stare a olivinelor.

b)tipul la care componenţii nu se amestecă în nici o proporţie şi nu generează amestecuri izomorfe;c)tipul cu doi componenţi, care formează între ei INCONGRUENT alte minerale(fig.133,134).

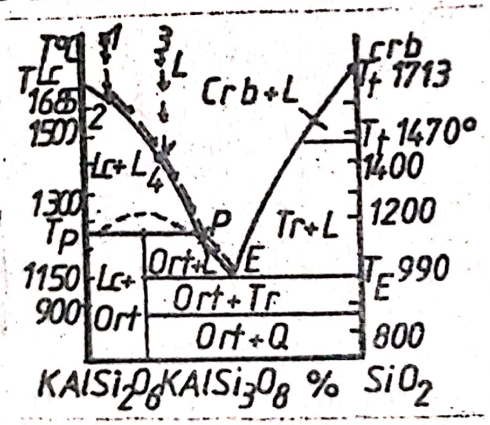


Fig.133.Diagramă binară de stare a sistemului LEUCIT-SiO_2(topire incongruentă $KAlSi_3O_8$).

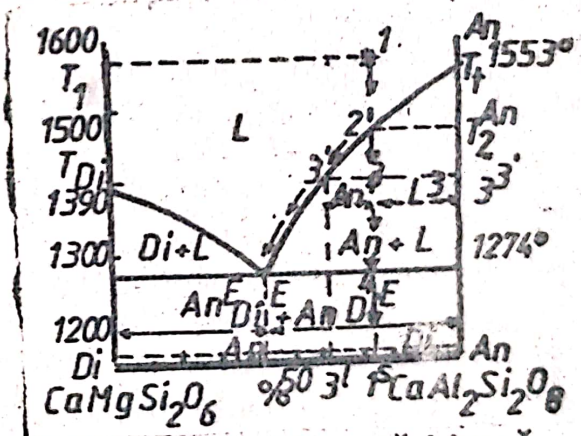


Fig.134.Diagramă binară de stare a sistemului DIOPSID-ANORTIT(p=1atm.)

d)tipul cu componenţi ce se dezamestecă la o anumită temperatură sau un interval de temperatură-LICUATIE.Este vorba de separarea prin imiscibilitate,într-un interval de temperatură a unor sulfuri(pirotină-pentlandit) sau a oxizilor SPINELI CROMIFERI şi CROMIT(fig.135).

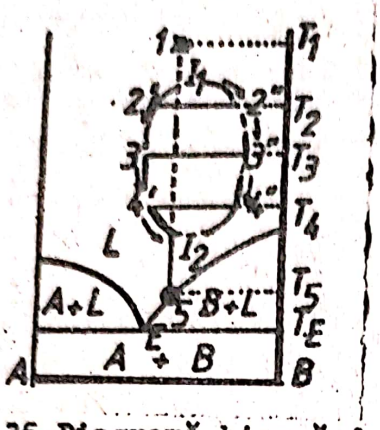


Fig.135.Diagramă binară de stare în sisteme cu solubilitate limitată în stare LICHIDA şi SOLIDA.

Solubilitatea limitată în stare lichidă sau solidă determină scindarea soluţiilor omogene în două sau mai multe faze IMISCIBILE.Această stratificare se cunoaşte sub numele de lieuaţie.In fig.135 prezentăm o diagramă binară de stare cu imiscibilitate în intervalul I_1I_2,la temperaturi deasupra liquidusului.

In intervalul T_1T_2 există o topitură omogenă.La atingerea temperaturii T_2 în topitură va avea loc separarea a DOUA LICHIDE IMISCIBILE 2' şi 2''.Concomitent cu răcirea în intervalul T_2-T_4,coexistă două topituri, a căror compoziţie se modifică astfel:

- pentru topitura L_1 de la 2' la 4' ;
- pentru topitura L_2 de la 2'' la 4'' .

Sub T_4,apare o soluţie omogenă ce cristalizează la EUTECTIC.Schema generală a cristalizării:

$$\underset{1 \rightarrow 2}{\xrightarrow{L}} \quad \underset{2 \rightarrow 4}{\xrightarrow{L_1 + L_2}} \quad \underset{4 \rightarrow 5}{\xrightarrow{L}} \quad \underset{5 \rightarrow E}{\xrightarrow{L + B}} \quad \underset{E}{\xrightarrow{L + B + A}}$$

Se cunosc următoarele tipuri de diagrame de stare în care se regăsesc trei elemente structurale:1)componentul care se află în exces,cristalizează PRIMUL în cristale bine desvoltate;2)cristalizarea componenţilor binari,genereasă cristale de dimensiuni mai mici;3)cristalizarea componenţilor ternari,produce cele mai mici cristale.Pentru exemplificare vom prezenta un exemplu de topire incongruentă,în sistemul MgO-Al_2O_3-SiO_2(fig.136) şi unul de topire congruentă,în sistemul Cuarţ-Wollastonit-Anortit(fig.137). In cazul sistemului ternar cu topire incongruentă(fig.136) sunt prezente 6 faze cu topire CONGRUENTA(cristobalit,tridimit,forsterit,periclaz,spinel,corindon) şi 3 faze cu topire INCONGRUENTA(compuşi binari ENSTATIT $MgO.SiO_2$;MULLIT $CaO.SiO_2$ şi unul ternar CORDIERIT $Mg_2Al_4Si_5O_{18}$).Cu linii întrerupte

se marchează limitele dintre faze şi traseul cristalizării. Se prezintă şi o figură mărită a laturii FORSTERIT Mg_2SiO_4 şi ENSTATIT $Mg_2Si_2O_6$(fig.136a)

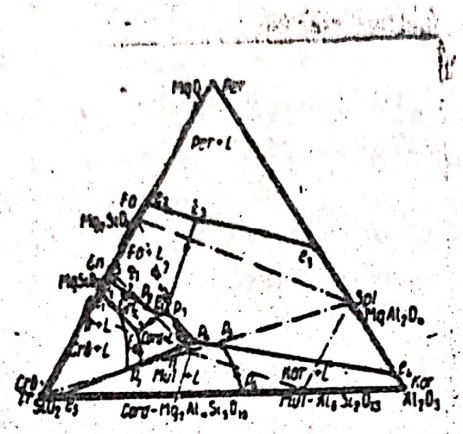


Fig.136 Diagramă ternară de stare a sistemului MgO-Al_2O_3-SiO_2 cu topire INCONGRUENTA

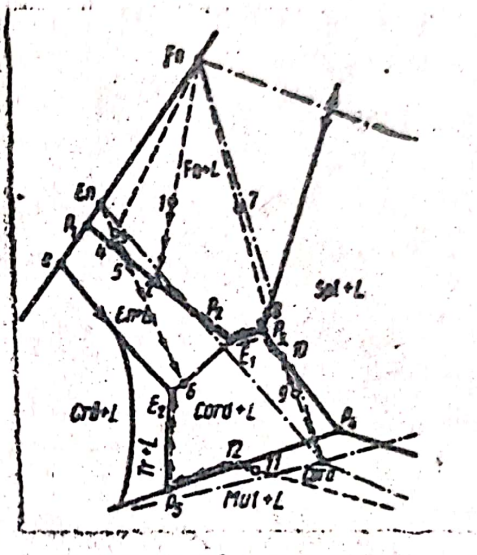


Fig.136a.Detaliu din fig.136 a laturii FORSTERIT-ENSTATIT

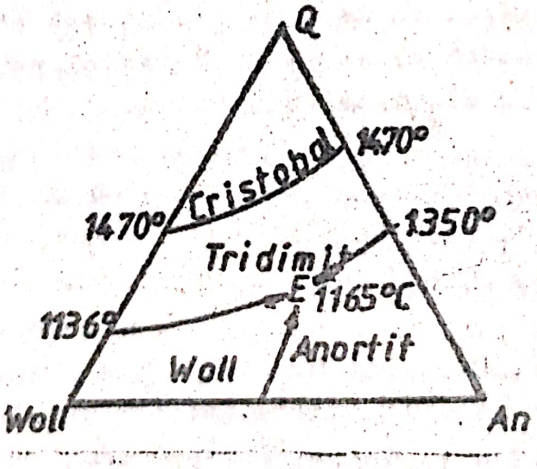


Fig.137.Diagrama ternară de stare CUART-WOLLASTONIT-ANORTIT(Onicoanu,1981)

Dacă în acest sistem wollastonitul este în exces cristalizarea va începe cu acesta(Woll) şi astfel compoziţia topiturii se va depărta de polul wollastonitului,până ce ajunge la limita suprafeţei wollastonitului cu aceea a TRIDIMITULUI.Din acest

moment cînd doi componenţi cristalizează simultan iar compoziţia sistemului se deplasează pe limita de graniţă,pe direcţia săgeţii.In momentul atingerii punctului eutectic ternar,are loc cristalizarea celor trei componenţi,simultan,terminându-se cristalizarea topăturii.

a$_7$.Diagrame de fază.Diagramele de fază sunt reprezentări grafice a limitelor de stabilitate a diverselor faze dintr-un sistem în coordonatele de temperatură şi presiune a sistemului. Sistemul este o noţiune termodinamică care se utilizează pentru corpurile ce acţionează reciproc şi pot fi separate de mediul înconjurător.Sisteme formează rocile,mineralele,componenţii chimici etc.In funcţie de posibilităţile de transfer a materiei şi mediul sistemului distingem:a)sistem izolat;b)sistem închis;c)sistem deschis.După numărul componenţilor:a)sistem monocomponent şi b)sistem multicomponent.După numărul gradelor de libertate acestea pot fi:1)invariante;2)nonvariante etc.Fiecare moment de modificare a sistemului se cunoaşte ca STAREA SISTEMULUI,iar aceasta este determinată de parametri de stare a sistemului(volumul,presiunea, temperatura,presiunea,potenţialul chimic etc.)

Vom analiza sistemul monocomponent al apei,la diverse presiuni şi temperaturi după Mason(1981) aplicând legea fazelor:

$$F + P = C + 2$$ în care:

F = numărul fazelor; P=numărul gradelor de libertate;C=numărul componenţilor chimici (când F$\leq$C) .Din fig.138 se observă că odată cu schimbarea presiunii şi temperaturii se trece de la un sistem monofazic(a) la altul trifazic(d)-vezi fig.138. Astfel de la un sistem monocomponent la 30^{0}C şi p = 100kPa vom avea o singură fază şi două grade de libertate.Dacă reducem temperatura la 0^{0}C în sistem apare gheaţa,numărul fazelor creşte la doi,iar numărul gradelor de libertate scade la unu.Incălzirea apei la 100^{0}C şi mărirea presiunii până la 101,3kPa conduce la apariţia a două faze(apă şi vapori de apă),numărul gradelor de libertate fiind egal cu unu.Scăderea bruscă a temperaturii la 0^{0}C şi a presiunii la 0,61kPa conduce la apariţia a trei faze şi reducerea gradului de libertate a sistemului monocomponent la zero.Fazele sunt reprezentate prin apă(A),vapori de apă(V) şi gheaţă (G).

Sistemul este monocomponent şi conţine un singur compus chimic-apa(H_2O).

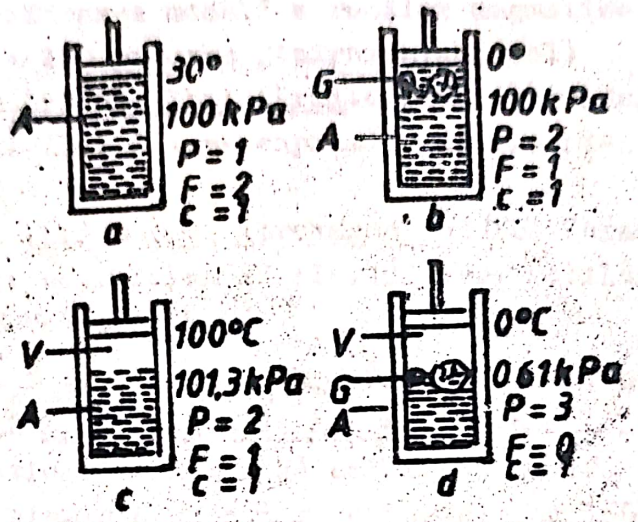


Fig.138.Încercări experimentale,la diverse temperaturi şi presiuni în sistemul monocomponent al apei. a)sistem monofazic;b)sistem bifazic(apă+gheaţă);c)sistem bifazic(apă+vapori de apă);d)sistem trifazic(apă,gheaţă şi vapori de apă) C = 1(un singur component chimic-apa).

Prezentăm diagrama de fază a SiO_2 cu modificaţiile polimorfe:cristobalit,tridimit,cuarţ de temperatură ridicată,cuarţ de temperatură scăzută,coesit şi ştishovit(fig.139).Este construită pe baza datelor experimentale la presiuni cuprinse între 0,1 şi 150 GPa şi temperaturi de 500-3000°C.

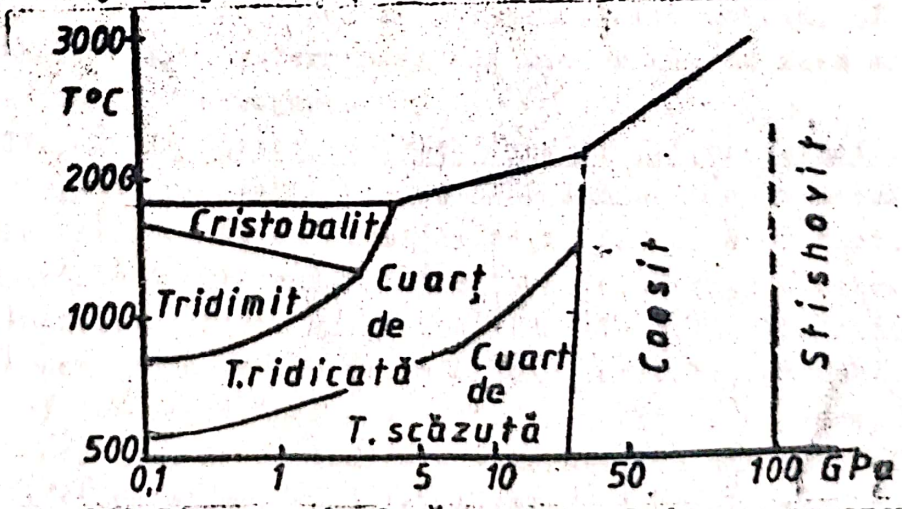
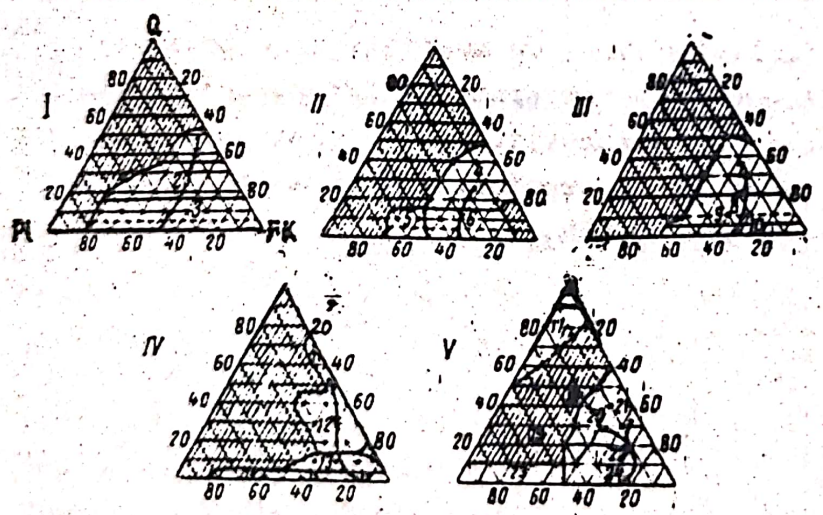


Fig.139.Diagrama de fază a sistemului monocomponent-SiO_2 cu precizarea modificaţiilor polimorfe ale silicei.

Diagramele petrochimice după modul de construcţie se împart în:

b_1.<u>Diagrame baricentrice</u>.Se construiesc într-un sistem de coordonate,în care poziţia punctului se stabileşte ca centrul de greutate al maselor într-un triunghi sau tetraedru.

b_1.1.<u>Diagrama modală Kupletski</u> . P e r m i t e clasificarea granitoidelor în funcţie de conţinutul de cuarţ-ortoclaz-plagioclaz şi minerale melanocrate.Valorile modale se proiectează într-un tetraedru având în colţuri mineralele menţionate,se utilizează cinci secţiuni prin tetraedru,determinate în funcţie de raportul dintre feldspatul potasic şi conţinutul total al feldspaţilor din rocă(FK:total feldspaţi);I- o/100-10/90 în această secţiune se proiectează rocile ce conţin 0-10% feldspat potasic;II-10/90-30/70;III-30/70-60/40;IV-6o/40-80/20 şi V = 80/20-100/0.In fiecare secţiune a tetraedrului separarea subtipurilor granitoidice se realizează funcţie de conţinutul de cuarţ.Se calculează din secţiunea microscopică raportul dintre conţinutul procentual de FK şi cel total de feldspat(fig.140).



I – FK/Pl 0/100 10/90

II – FK/Pl 10/90 30/70

III – FK/Pl 30/70 60/40

IV – FK/Pl 60/40 80/20

V – FK/Pl 80/20 100/0

Fig.140.Diagrama modală Kupletski(1948)

Secţiunea I-1.plagiogranit;2.granodiorit;3.diorit şi Q-diorit; II-4.granodiorit;5.diorit;6.diorit şi monzonit;III-7.granit;8,9-adamellit şi Q monzonit;10-monzonit,sienito diorit;IV-11,granit; 12.granit;13.Q sienit;14-schonkinit;15.monzonit;16-sienit; secţiunea V-17.greisen;18.19.20.granit alcalin;21.alaskit;22.Q sienit şi granosienit;23-shonkinit;24.sienit.

In funcţie de acest raport se fixează secţiunea în care se proiectează roca.Astfel,dacă granitoidul conţine 25% cuarţ,40% oligoclaz,30%feldspat potasic şi 5% minerale melanocrate,raportul dintre feldspatul potasic şi conţinutul total de feldspat este egal cu 43%(30:70 = 0,43) şi roca se proiectează în secţiunea III a tetraedrului şi după conţinutul modal de 25% cuarţ,70%-feldspaţi şi 5% minerale melanocrate se încadrează în câmpul granitelor.Diagrama Kupletski se aplică la rocile plutonice. In cazul rocilor vulcanice prezenţa sticlei cu un chimism variabil nu permite determinarea compoziţiei mineralogice,cantitative şi stabilirea tipului de rocă.Este necesară determinarea compoziţiei sticlei,refractometric,în imersie.Sticla rocilor acide prezintă indici de refracţie cuprinşi între 1,49-1,51.In cazul rocilor bazice,în care sticla este îmbogăţită în fier şi magneziu,indicii de refracţie cresc la 1,56-1,60.Indicele de refracţie a sticlei vulcanice depinde de conţinutul în apă, fiind necesară dozarea apei din aceasta prin metoda Penfield şi efectuarea unor corecţii la valoarea indicilor.

b_1.2.Diagrama Cetverikov. O variantă a diagramei Kuznețov, construită în coordonate baricentrice.Toate valorile proiectate sunt parametri Niggli(fig.141)

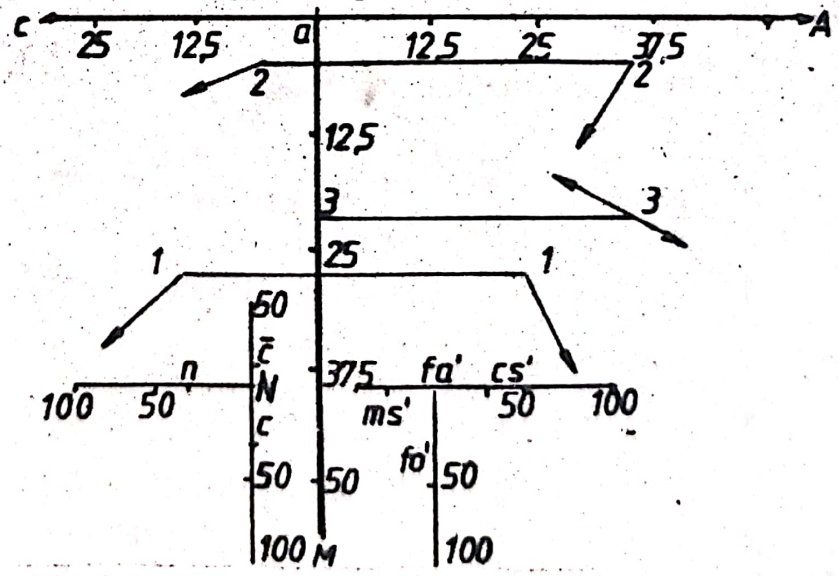


Fig.141.Diagrama Cetverikov(1956)
1-bazalt ; 2-granit ; 3-pantellerit.

b_1.3.Diagrama Domoratki.Diagramă baricentrică pe axele căreia se proiectează oxizii elementelor petrogene sau suma a-

oestora,în procente de masă.Se utilizează la stabilirea naturii primare a rocilor metamorfice şi ultrametamorfice.Compoziţia rocilor primare se deduce din 5 diagrame,elaborate de autor.Pe aceste diagrame s-au separat câmpurile:1)rocilor magmatice(ultrabazice,bazice,intermediare,acide şi alcaline);2)rocilor sedimentare;3)zona de incertitudine,în care se proiectează atât ortorocile cât şi pararocile.Se utilizează la separarea ortoamfibolitelor de paraamfibolite(fig.142).

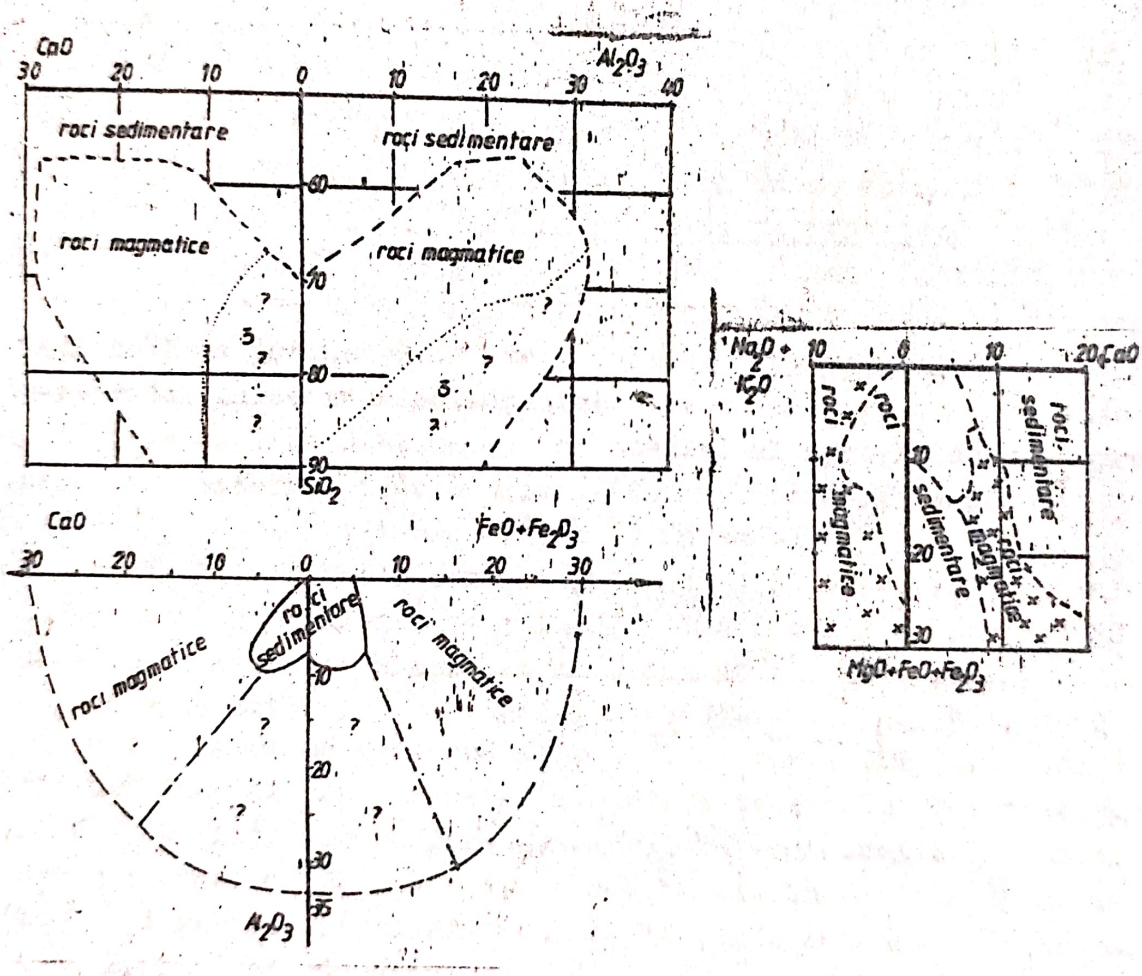


Fig.142. Diagrama Domoraţki.

b_1.4.<u>Diagrama Sobolev</u> . Diagramă baricentrică,o variantă a lui Zavariţki,utilizată la interpretarea chimismului rocilor ultrabazice.Caracteristicile a şi c , sunt înlocuite prin raportul M : F şi 2c (fig.143).

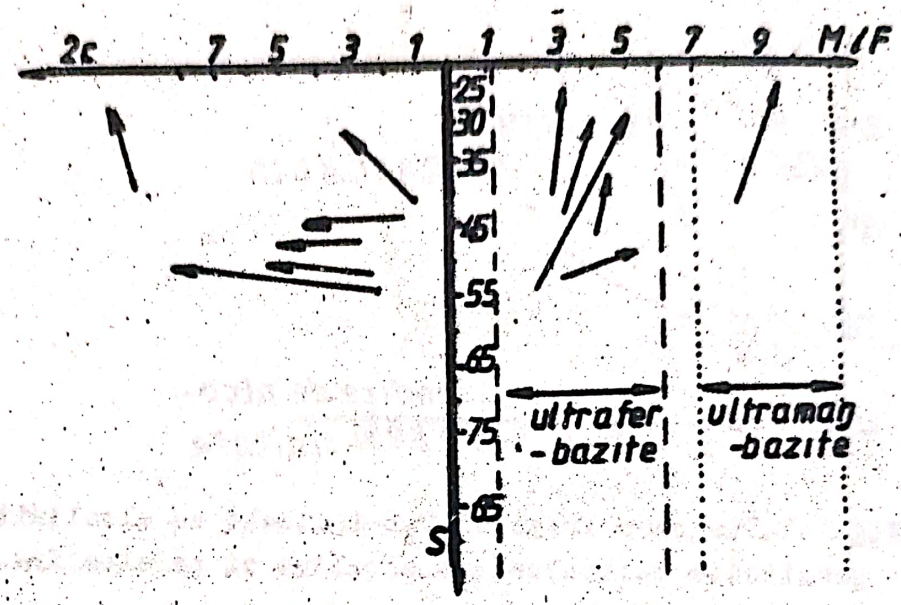


Fig.143.Diagrama Sobolev

b_1.5.Diagrama Zavariţki.Diagramă baricentrică,petrochimică ce permite interpretarea analizelor chimice de roci şi clasificarea acestora cu ajutorul parametrilor S,B,C şi A (fig.144)

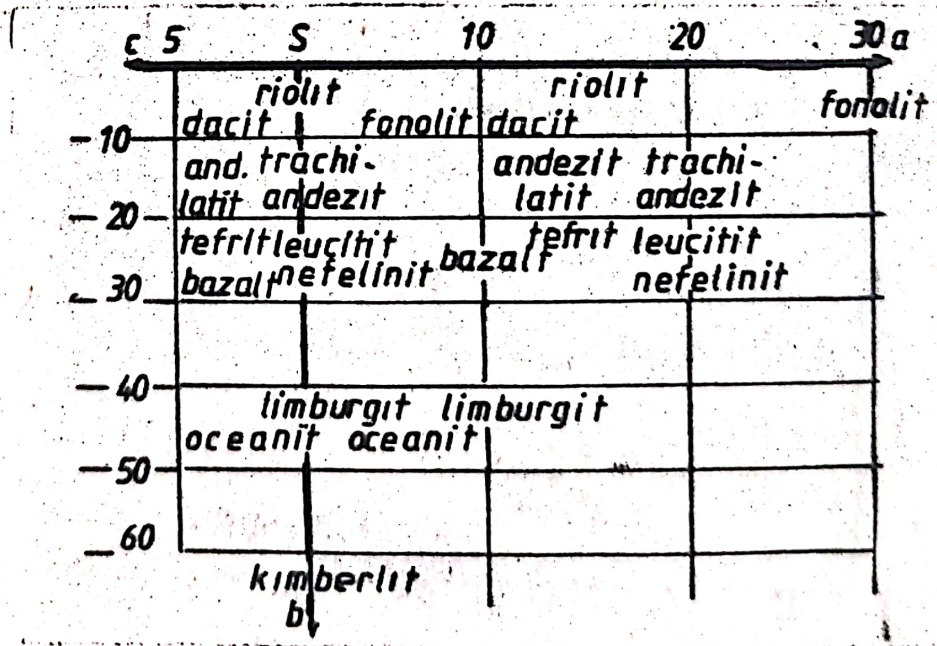


Fig.144.Diagrama Zavariţki pentru rocile magmatice

b_2.1.Diagrama Wright. Diagramă binară în coordonatele SiO_2(abscisă)-coeficientul de alcalinitate(ordonată),utilizată

frecvent la analiza chimismului granitoidelor(fig.145)

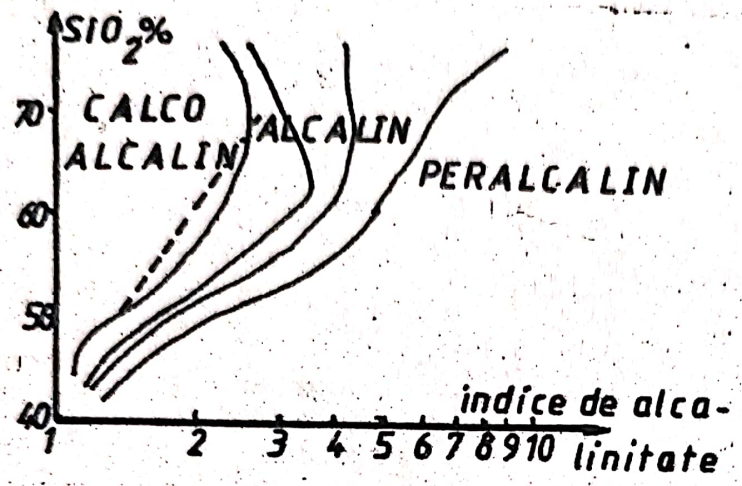


Fig.145.Diagrama Wright.SiO_2%-indicele de alcalinitate granitoide calcoalcaline,alcaline şi peralcaline.

b_2.2.Diagrama Serri şi Saita(1980).

Utilizează conţinutul în TiO_2% şi valoarea raportului $FeO_{total}/(FeO_{total}+MgO)$ în vederea separării ofiolitelor cu un conţinut ridicat de titan de cele sărace în titan(fig.146).

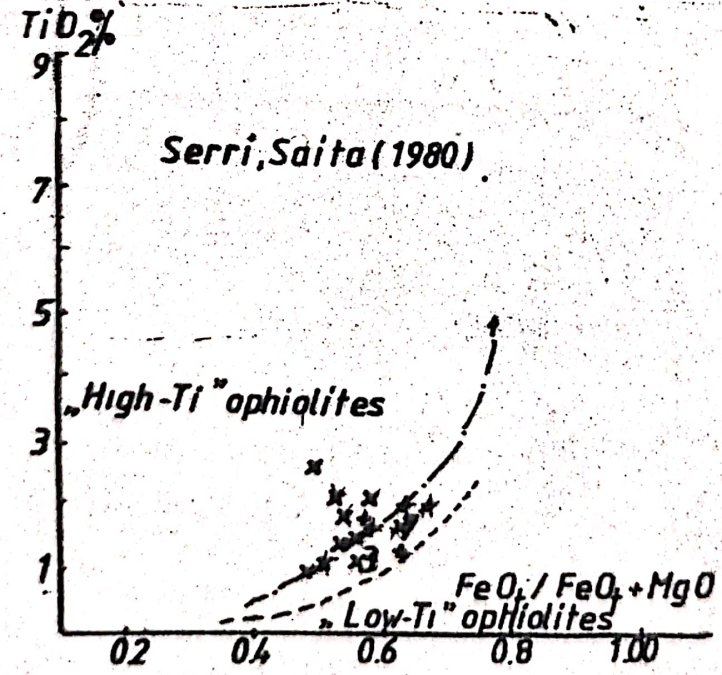


Fig.146.Diagrama Serri şi Saita(1980).

b_2.3.Diagrama Kuno .Diagramă binară,în abscisa căreia se trece indicele de solidificare SI=MgO.100/(MgO+FeO+Fe_2O_3+K_2O+Na_2O).

Pe ordonată se reprezintă conținutul diverșilor oxizi petrogeni, în procente de masă. Valoarea indicelui de solidificare se utilizează ca indicator al diferențierii rocilor magmatice și pentru analiza seriilor de roci magmatice. Pe diagramă se poate construi și determina indicele calcoalcalin Kuno, la intersecția curbelor oxidului de calciu și sumei alcaliilor(Na_2O+K_2O). După mărimea indicelui de solidificare SI se disting seriile de roci tholeiitice, alcaline și calco-alcaline (fig.147).

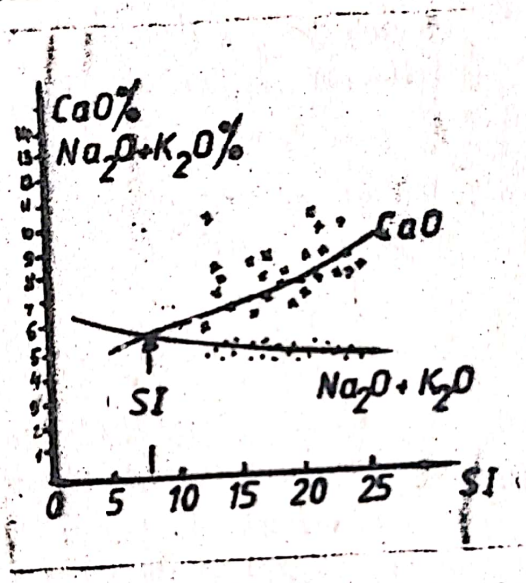


Fig.147. Diagrama lui Kuno. SI-oxizii elementelor petrogene. Stabilirea indicelui calcoalcalin Kuno.

b_2.4. Diagrama Becke . Mod de reprezentare a rezultatelor analizelor chimice a rocilor magmatice, metamorfice și sedimentare bazat pe utilizarea parametrilor: Si, U și L., recalculați la 100. Si = Si+Ti ; U = Al + Fe + Mg+Mn ; L = Ca + Na + K. Valorile obținute se proiectează pe abscisă(U) și ordonată(L), este folosită la separarea rocilor seriei CA de a celei alcaline(fig.148)

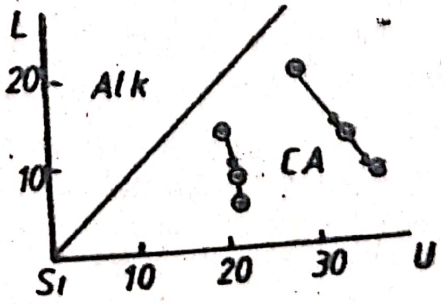


Fig.148. Diagrama Becke.

Se utilizează şi la stabilirea gradului de transformare a rocilor magmatice.

b_2.5.Diagrama Yamasaky.

Diagramă binară pe axele căreia se trec conţinutul de SiO_2 %(abscisă) şi $Na_2O + K_2O$(ordonată).Permite separarea bazaltelor de tholeiite.Limita de separare este dată de o dreaptă,înclinarea căreia este dată de raportul $(Na_2O+K_2O):(SiO_2-39)$-fig.149.

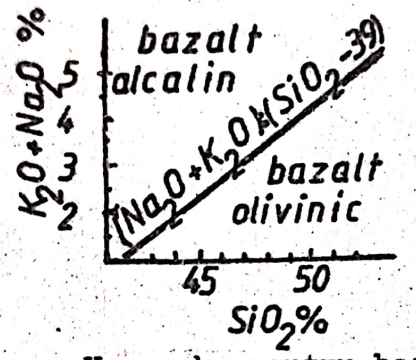


Fig.149.Diagrama Yamasaky pentru bazaltele hawaiene.

b_2.6.Diagrama Peacock. Curbele de variaţie a conţinuturilor procentuale a următorilor oxizi CaO şi (Na_2O+K_2O) pe diagrama Harker(fig.150).Permite separarea în cadrul seriilor de roci a patru grupe funcţie de conţinutul de SiO_2%:I-alcaline(sub 51%);II-alcali-calcice(52-56%);III-calco-alcaline(56-61%) şi IV-calcice(peste 61%)

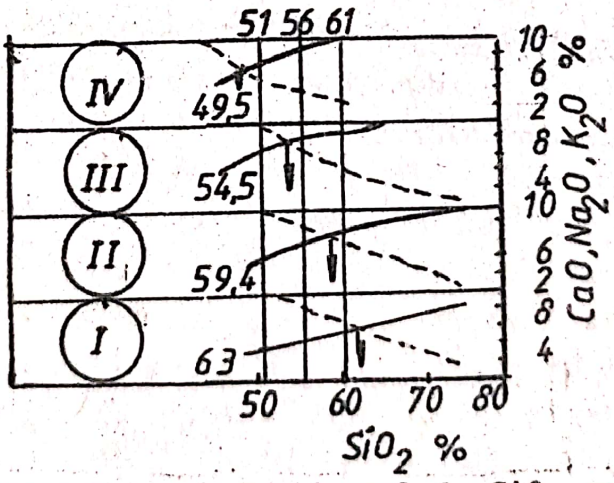


Fig.150.Diagrama Peacock.Conţinutul de SiO_2 se determină grafic la intersecţia curbelor CaO-SiO_2 şi(Na_2O+K_2O) - - SiO_2.

După Barth(1952) acest indicator precizează gradul de contaminare a magmelor cu sedimente geosinclinale nisipo-argiloase.

b_3.Diagrama vectorială.Conţine vectori cu o anumită lungime,proporţională cu conţinuturile modale sau normative a diverselor minerale (ex.metoda Sobolev) fig.151.

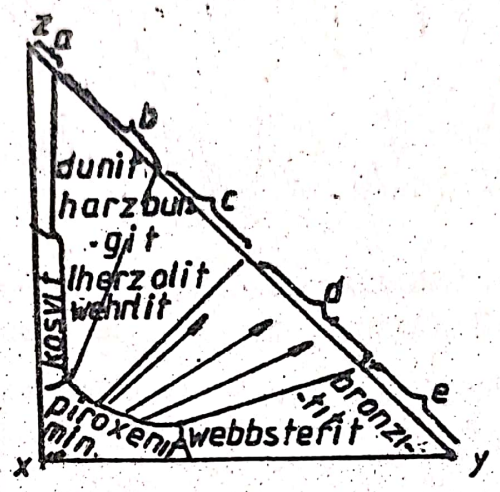


Fig.151.Diagrama vectorială.Clasificarea rocilor ultrabazice după conţinutul virtual,în diopsid.a-dunite ultraferbazitice;b-dunite şi peridotite hipermagbazitice;c-peridotite ultraferbazitice;d-meteoriţi petroşi; e-piroxenite.

b_4.Diagrama ternară.Permite reprezentarea grafică a trei componenţi chimici:oxizi sau atomi,după recalcularea la 100 a sumei celor trei componenţi A+B+C,astfel ca a+b+c=100.Proiectarea valorilor ca şi în lucrările clasice de interpretare a chimismului.

b_4.1.Diagrama Q L M. Diagramă triunghiulară cu ajutorul căreia se pot rezolva unele probleme petrogenetice la rocile magmatice,metasomatice sau metamorfice pe baza metodei normative moleculare Niggli(fig.152).Parametrii se determină din minale după ce acestea au fost recalculate la 100.Q =Q + Ru ; L = Kp + Ne + Cal ;M = Cs + Fs +Fa + Fo + Ns.Punctele P (piroxenii) şi F (feldspaţii) delimitează câmpul Q P F în care se dispun rocile conţinând cuarţ,şi PFLM- cu rocile lipsite de cuarţ,Partea inferioară a triunghiului este împărţită în următoarele câmpuri: FLP-roci feldspat-feldspatoidice-piroxenice;PLM-roci piroxen-feldspatice-olivinice;FLM-roci feldspat-feldspatoidice-olivinice şi LPM-roci feldspatoid-olivin-piroxenice.

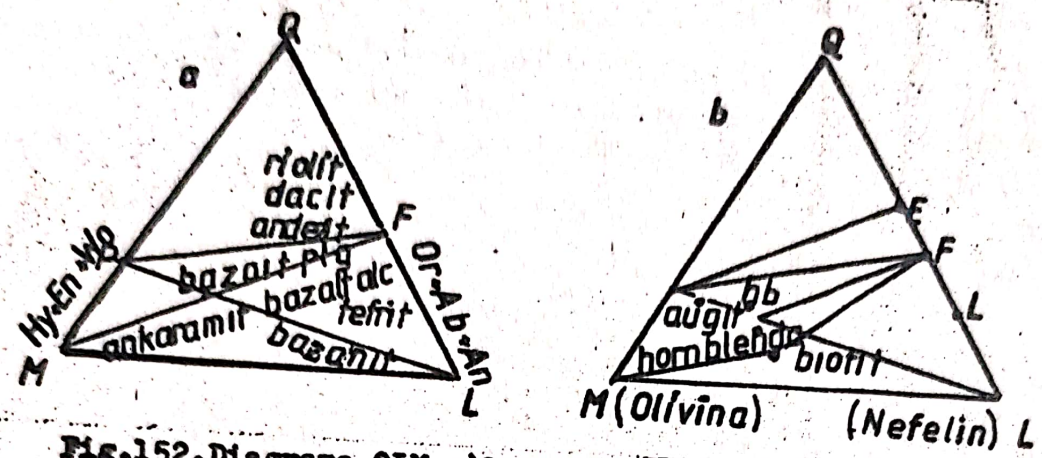


Fig.152.Diagrama QLM.a)locul diferitelor roci în triunghiul QLM şi b) locul diferitelor minerale (Treiber,1967).

b_4.2.Diagrama Wagger şi Deer, cunoscută uneori ca diagrama AFM.Diagramă petrochimică triunghiulară utilizată la analiza rocilor magmatice plutonice.Foloseşte următorii parametrii,la % A = $Na_2O + K_2O$; F = FeO ; M = MgO.(fig.153)

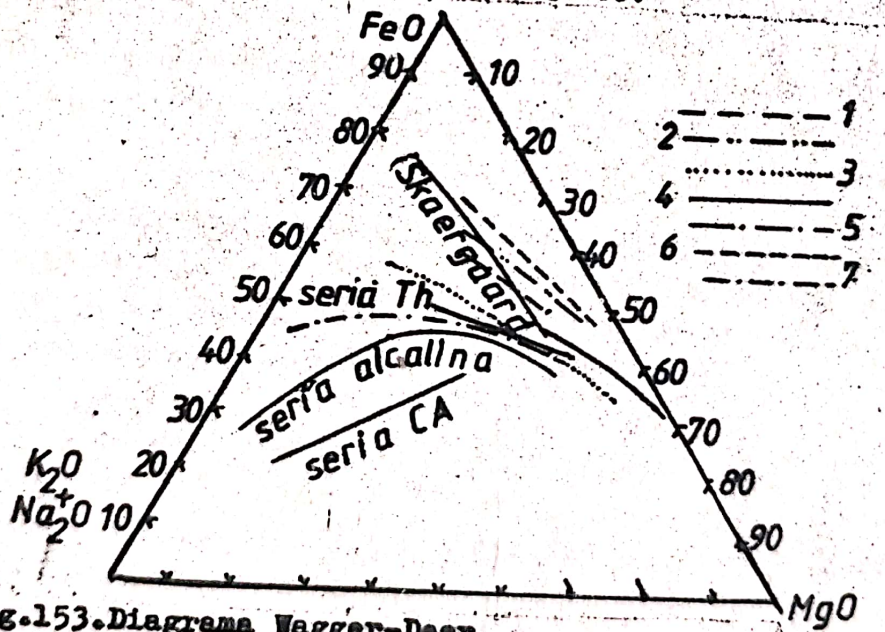


Fig.153.Diagrama Wagger-Deer

1.ultrabazite,2.gabbrouri,3.bazalte(olivinice,picritice, tholeiitice,piroxenice)

Parametrul F poate fi calculat în două moduri:1)FeO+Fe_2O_3; şi 2) FeO + 0,9 Fe_2O_3.Permite urmărirea oscilaţiilor magneziului în raport cu fierul,în etapele de diferenţiere a magmelor.

b_4.3.Diagrama Larsen .Diagramă ternară ce utilizează mineralele normative calculate prin sistemul CIPW.Este alcătuită din două triunghiuri suprapuse,primul cu minalele ortoclaz-albit-anortit iar al doilea cuarţ-feldspaţi-minerale melanocrate.Se foloseşte la urmărirea diferenţierii unor corpuri magmatice şi stabilirea magmei parentale(fig.154)

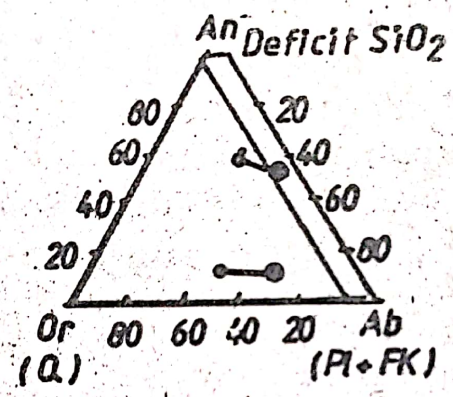


Fig.154.Diagrama Larsen.

b_5.1.Diagrama tetraedrică Niggli.Această diagramă permite interpretarea grafică a rezultatelor analizelor chimice de roci magmatice,metamorfice sau sedimentare cu ajutorul următorilor parametrii(fig.155): al = Al_2O_3+Cr_2O_3 ;

fm = $FeO + 2Fe_2O_3 + MnO + MgO + NiO + CoO$;

c = $CaO + BaO + SrO$;

alk= $Na_2O + K_2O + Li_2O$

Trecerea de la proiecţia în spaţiu la cea în plan,se realizează prin cinci secţiuni executate prin tetraedru şi care trec prin muchia al - alk.In cadrul fiecărei secţiuni şi funcţie de raportul c/fm se separă câmpurile rocilor magmatice,sedimentare (chimice calcare,dolomite,silicolite) şi argiloase.Permite stabilirea caracterului orto sau para a unor roci metamorfice(gnaise şi amfibolite).Metoda a fost dezvoltată pe următoarele direcţii: a)diagrama liniară Niggli;b)diagrama Niggli-Becke şi c)diagrama Niggli-Becke-Bacon.(fig.156 şi 157).

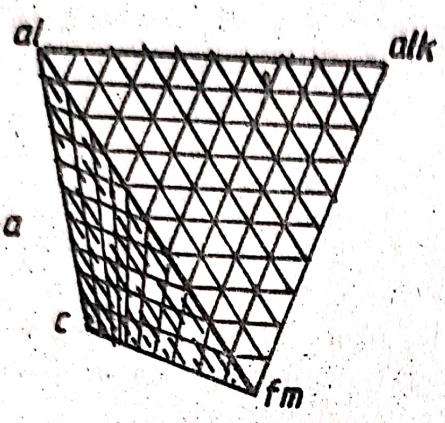


Fig.155.Tetraedrul Niggli.

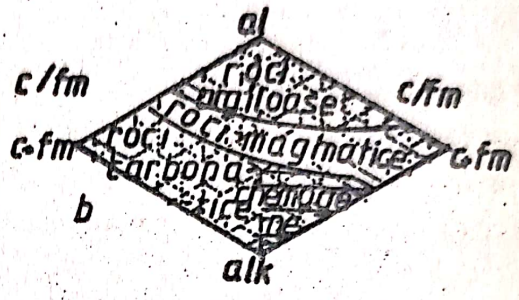


Fig.155b.Proiecţia celor două secţiuni ale tetraedrului în vederea clasificării genetice a rocilor

b_5.2.Diagrama Niggli-Becke .Diagrama tetraedrică a lui Niggli(fig.156) modificată,ce uşurează modul de proiectare a rezultatelor analizelor chimice în tetraedrul descompus în plan cu ajutorul următorilor parametrii: ζ = al + alk ; η = c + al ; şi ξ_η = c + alk.

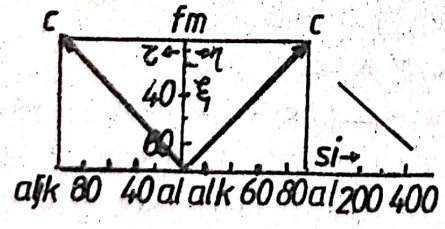


Fig.156.Diagrama Niggli-Becke

b_5.3.Diagrama Niggli-Becke-Bacon. O îmbunătăţire a diagramei Niggli-Becke,realizată de K.S.Bacon.Se bazează pe introducerea a trei parametri principali X,Y şi Z.(fig.157).

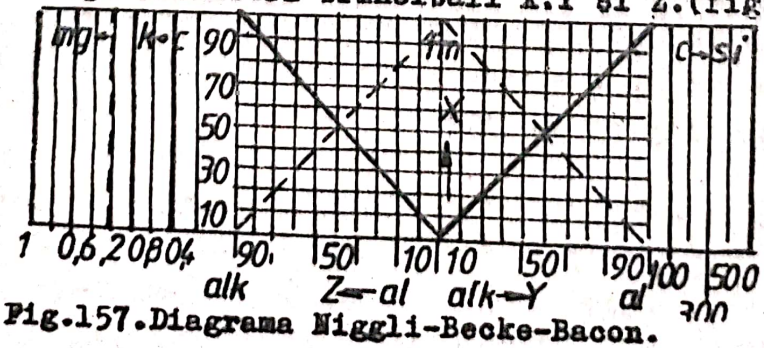


Fig.157.Diagrama Niggli-Becke-Bacon.

X = c + fm .
Y = c + al .
Z = c + alk .

e. Diagrame în puncte. Reprezentarea unei dependenţe dintre două mărimi petrochimice, care se marchează printr-un punct. Prin unirea punctelor obţinute din proiectarea unui număr mare de analize chimice de roci se realizează diagrama de variaţie a dependenţei. Utilizează parametri petrochimici sau compoziţia normativă dedusă din chimismul rocii.

e_1. Diagrama liniară Niggli. Grafic ce ilustrează variaţia chimismului rocilor cu ajutorul parametrilor petrochimici Niggli si, (al+alk+fm+c). Se aplică la toate tipurile genetice de roci precum şi a celor metasomatizate sau alterate hidrotermal. Unii autori consideră că diagrama este comodă pentru reprezentarea raporturilor k:mg şi mg/c:fm , unde $k=K_2O/alk$ şi $mg=MgO/fm$. Diagrama conţine în abscisă si iar în ordonată caracteristicile numerice al, alk, c şi fm (fig.158).

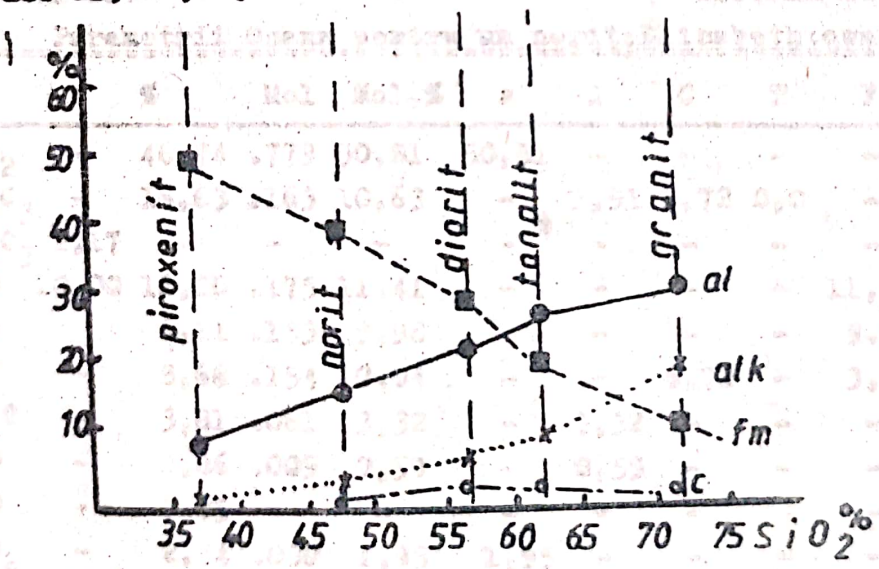


Fig.158. Diagrama liniară Niggli.

e_2. Diagrama Poldervaart şi Parker. Diagramă binară ce utilizează în abscisă un indice de diferenţiere, INDICELE de CRISTALIZARE CI = an + di' + fo' + sp'. Foloseşte mineralele normative: an. di', fo' şi sp' calculate prin metoda CIPW. Indicele de cristalizare poate fi proiectat pe axa ordonatelor iar în abscisă cuarţul normativ şi alţi oxizi ai elementelor petrogene (fig.159).

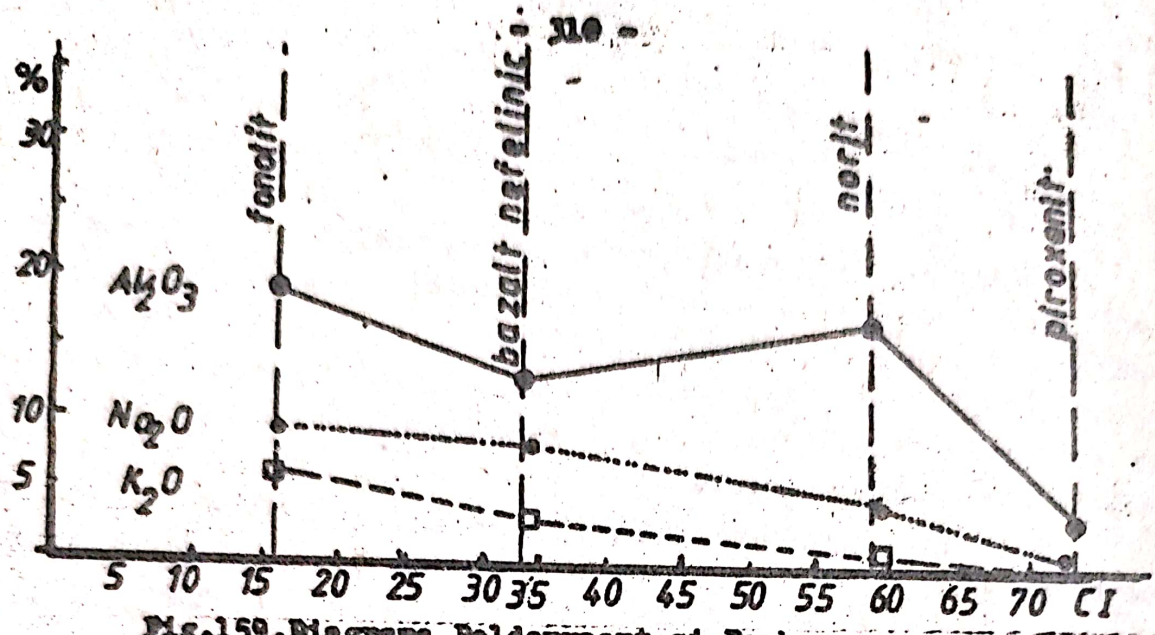


Fig.159.Diagrama Feldervaart şi Parker.

e$_3$.<u>Diagrama Tornton şi Tuttle.</u> Diagramă binară în care se utilizează ca parametru al diferenţierii,INDICELE de DIFERENTIERE-DI,mărime ce caracterizează fracţionarea magmelor bazaltice, bazându-se pe principiul reacţiilor lui Bowen.Indicele DI este egal cu totalul mineralelor normative:albit+cuarţ+ortoclas +nefelin+kalsilit+leucit+corindon-calculate prin metoda normativă CIPW-DI se reprezintă în abscisă iar în ordonată conţinuturile oxizilor:SiO_2,FeO,MgO,MnO,CaO,Na_2O,K_2O şi P_2O_5.Se foloseşte la analiza diferenţierii rocilor magmatice CA,aluminoase sau alcaline(fig.160).

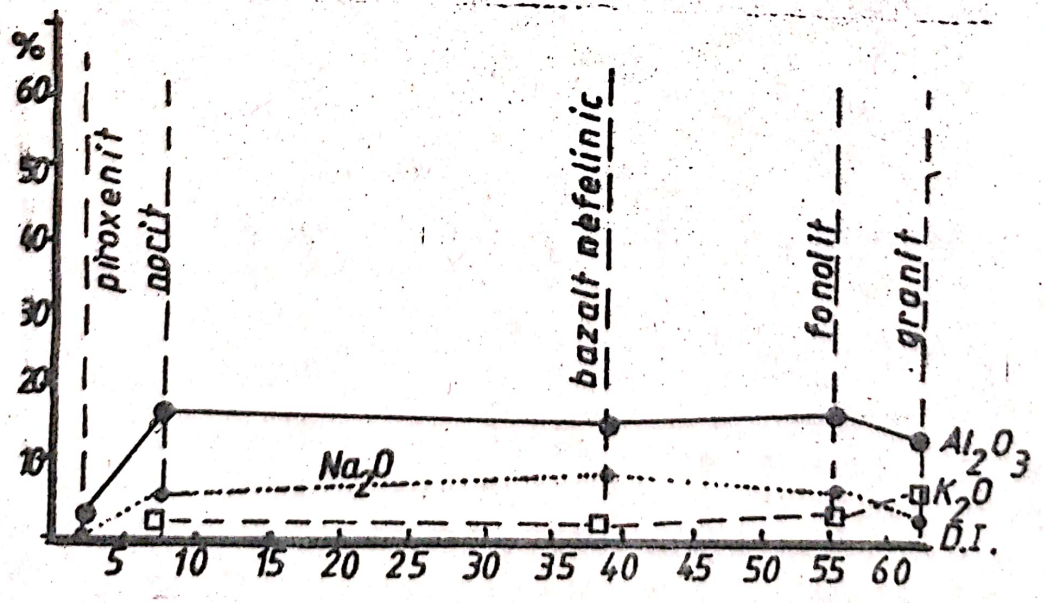


Fig.160.Diagrama Tornton şi Tuttle.

IV.3.Coeficienţi petrochimici

IV.3.1.Coeficientul agpaitic.Parametru petrochimic introdus de Goldschmidt pentru caracterizarea alcalinităţii rocilor magmatice.Reprezintă raportul (Na_2O+K_2O) : Al_2O_3.Rareori în acelaşi scop la caracterizarea sienitelor alcaline se utilizează raportul (Na_2O+K_2O) : $(Al_2O_3+Fe_2O_3)$.Sørensen(1974) menţionează încă două relaţii folosite la separarea sienitelor nefelinice în agpaitice şi miaskitice.

1). Na/Al-K (Yagi,1966),în funcţie de care distinge:

a)sienite nefelinice agpaitice având coeficientul agpaitic,mai mare de 1,1 ;

b)sienite nefelinice de tranzitie cu K_{ag} între 0,85 şi 1;

c)sienite nefelinice miaskitice,cu coeficientul agpaitic sub 0,85.

2) $(Na,K)_2O+(Ca,Mg,Fe)O:(Al,Fe)_2O_3+SiO_2$.Utilizată de Gherasimovski(1956) în petrochimia rocilor sienitice alcaline,de la Ilimaussak,SW-ul Groenlandei.Autorul consideră valoarea de 0,22 a coeficientului agpaitic,drept limită de separaţie între sienitele nefelinice agpaitice ($k_{ag}<0,22$) şi miaskitice cu $k_{ag}\geq 0,22$ .La determinarea coeficientului agpaitic se utilizează proporţiile moleculare(oxisi) sau atomi(elemente chimice).

In funcţie de valoarea coeficientului agpaitic rocile în funcţie de valoarea raportului $(Na_2O+K_2O)/Al_2O_3$ se împart în NORMALE ($k_{ag}=0,85-1,5$) şi ULTRAAGPAITICE ($k_{ag}>1,5$).

IV.3.2.Numărul anortitic (α) -coeficient petrochimic introdus de Steinberg,valorile analizelor în procente:

$$\alpha = Al_2O_3-(Na_2O+K_2O)/Al_2O_3 + (Na_2O + K_2O)$$

Se utilizează la analiza diferenţierii rocilor magmatice.

IV.3.3.Coeficientul de aciditate-alcalinitate-parametru petrochimic ce reflectă raportul dintre silicea şi alcaliile din rocă,exprimat prin caracteristicile numerice Zavariţki S : (b+c) şi Q :(b+c).

IV.3.4.Coeficientul alcalinităţii normale-parametru petrochimic care este determinat de raportul:$(Al_2O_3+CaO+K_2O+Na_2O)$: $(Al_2O_3+CaO-K_2O-Na_2O)$.Conţinuturile oxisilor în procente de masă. Permite separarea rocilor alcaline de calco-alcaline.Se utilizează ca indice de diferenţiere pe diagrama lui Wright.

IV.3.5.Indicele mafic Wagner si Deer-indicele se calculează din formula:

$$\text{Indicele mafic} = \frac{FeO + Fe_2O_3}{MgO + FeO + Fe_2O_3} \times 100$$

se utilizează pentru stabilirea tendinţei diferenţierii magmei în etapa iniţială de dezvoltare.Impreună cu indicatorul felsitic Simpson se poate utilisa la construirea unor diagrame care evidenţiază ciclul complet de diferenţiere al magmei.

IV.3.6.Indicele felsitic Simpson-indicator petrochimic utilizat pentru stabilirea tendinţei de diferenţiere a magmelor bazice,în etapele iniţiale de dezvoltare,permite distincţia între tendinţa tholeiitică şi cea alcalicalcică.Se calculează din relaţia:

$$\text{Indicele felsitic} = \frac{Na_2O + K_2O}{CaO + Na_2O + K_2O} \times 100$$

Foloseşte conţinuturile procentuale a oxizilor din analizele chimice.Diagrama de diferenţiere se construieşte în sistemul de parametrii indicele felsitic Simpson(abscisă) şi indicele mafic Wagger-Deer (ordonată).

IV.3.7.Indicele Hess-parametru petrochimic ce se referă la fericitatea rocilor,calculată din chimismul rocii în vederea stabilirii caracterului primar al magmei: M/F = MgO/(FeO+MnO+NiO).

IV.3.8.Fericitatea f =$(Fe^{2+} + Fe^{3+})$/ Mg - parametru petrochimic,ce reflectă alcalinitatea mediului de formare.Conţinutul elementelor chimice este exprimat în proporţii atomice.In general fericitatea mineralelor melanocrate creşte cu alcalinitatea mediului,odată cu mărirea temperaturii şi scade în cel regresiv, de formare a mineralelor şi rocilor.

IV.3.9.Fericitatea relativă.Parametru petrochimic ce reprezintă raportul M : F = MgO :($FeO+2Fe_2O_3$+MnO + NiO).Se utilizează la analiza chimismului rocilor ultrabazice.In funcţie de valoarea raportului.Se.disting următoarele tipuri de roci: $<1,5$-bazalte olivinice; $>3,2$ gabbro anortozite; 4,6-4,9 gabbro peridotite ; $>11,3$ ultrabazite.

IV.3.10.Coeficientul oxidării fierului- parametru petrochimic,ce defineşte valoarea presiunii parţiale a oxigenului,din magmă în cursul cristalizării mineralelor melanocrate cu un conţinut de fier.Se exprimă în patru moduri:

1) $F_1 = FeO : Fe_2O_3$,în procente(%) Kennedy şi Osborn;
2) $F_2 = Fe_2O_3 : FeO$,în procente(%) Kutzev ;
3) $F_3 = Fe^{3+} : (Fe^{3+} + Fe^{2+})$,în grame la 100 cm^3 de rocă cu estimarea porozităţii;
4) $F_4 = 100\ Fe_2O_3 : (Fe_2O_3+FeO)$,în procente(%).

IV.3.11.Coeficientul petrochimic al fericităţii rocilor- Unul dintre cei mai importanţi parametri petrochimici ce poate fi reprezentat în diverse moduri,ce reflectă raportul Fe : Mg

F_1 = FeO/MgO,parametrul lui Kuznetov pentru stabilirea tipului de rocă plutonică;

$F_2=(FeO + Fe_2O_3)/MgO$,parametrul Sobolev pentru stabilirea condiţiilor tectonice de formare a seriilor magmatice;

$F_3 = FeO+Fe_2O_3 /(FeO+Fe_2O_3+MgO).100$-coeficientul fracţionării utilizat la caracterizarea magmelor primare şi condiţiile fizice chimice ale generării.

IV.3.12.Coeficientul de oxidare -raportul conţinuturilor de fier trivalent şi bivalent din rocă ox = $Fe^{3+}:Fe^{2+}$.Permite aprecierea intensităţii proceselor de oxidare sau reducere din cursul proceselor de transformare postmagmatică a rocilor magmatice.

IV.3.13.Coeficientul de fracţionare-parametru petrochimic utilizat la aprecierea gradului de diferenţiere a rocilor magmatice,bazice şi a trappelor(revărsări continentale de lave bazice) reprezintă raportul dintre fierul total şi magneziul existent într-o rocă. $Fe_{total(tot)}=Fe^{3+}+Fe^{2+}$.

coeficientul de fracţionare = $c_{fr} = Fe_{tot} : Mg$

IV.3.14.Coeficientul de saturare în silice -parametru petrochimic k = - (100+qz) : SiO_2,în care qz este valoarea parametrului Niggli,ce caracterizează excesul sau deficitul în SiO_2 a rocii exprimat prin proporţiile moleculare ale oxizilor.Se utilizează la separarea seriilor de roci magmatice,bazice.

IV.3.15.Indicatorul petrochimic al aluminozităţii(aluminozitatea).1)Se utilizează în clasificarea petrochimică a rocilor metamorfice,a lui Semenenko(1963) şi se determină din conţinuturile oxizilor din analiza chimică:

al = $Al_2O_3/(Al_2O_3+MgO+CaO+2Fe_2O_3+2FeO)x100$.

2).Frecvent acest indicator se utilizează la separarea mineralelor în grupe de aluminozitate,de exemplu biotitele din

diverse roci magmatice sau metamorfice,la % cu ajutorul formulei:

$$al = Al/(Al+Fe^{3+}+Fe^{2+}+Mg+Si)$$

Aluminozitatea permite clasificarea rocilor după caracteristicile chimice ale mineralelor ce le conţin,în special a celor melanocrate.

IV.3.16.Indicele Gottini-parametru chimic al rocilor vulcanice,calculat în procente $\tau = (Al_2O_3 - Na_2O)/TiO_2$.Acest coeficient permite separarea bazaltelor ultraaluminoase(τ = 20 -10); de tholeiite şi bazalte alcaline (τ= 8 - 4),cât şi andezitele ($\tau < 10$) de andezite alcaline ($\tau > 10$).

IV.3.17.Indicele de consolidare Kuno(k). Precizează gradul de diferenţiere a rocilor generate din magme bazaltice,cu cât coeficientul k este mai mic,va creşte gradul de diferenţiere al magmei.După Kuno coeficientul se calculează din rezultatele analizelor chimice:

$$k = 100MgO/(MgO+FeO+Fe_2O_3+Na_2O+K_2O)$$.

IV.3.18.Indicele de cristalizare Poldervaart-Parker(CI). Indicator petrochimic introdus de autori în vederea stabilirii gradului diferenţierii magmatice,în care se realizează un schimb ionic între Ca cu Na şi K, sau Mg cu Fe^{2+} sau Fe^{3+}.Stabileşte gradul abaterii de compoziţia primară a sistemului ANORTIT+DIOPSID+FORSTERIT.Indicele CI se determină după formula:

CI = An + Fo +SpDi în care:An-anortit; Fo-forsterit; Di-diopsid magnezian;Sp-spinel magnezian,minale(compoziţii normative) calculate prin metoda CIPW.

IV.3.19.Parametrul Larsen se utilizează la construirea diagramelor de variaţie a oxizilor elementelor petrogene.Se calculează din formula L = $1/3SiO_2+K_2O$ - (FeO+ MgO + CaO),unde FeO este suma $FeO+0,9Fe_2O_3+MnO$.Serveşte la stabilirea gradului de diferenţiere a magmelor.L în abscisă,oxizii pe ordonată.

IV.3.20.Indicele serial Rittmann(S.I.)-parametru petrochimic ce permite separarea seriilor magmatice şi aprecierea diferenţierii acestora.Se determină din conţinutul oxizilor.

$$S.I. = SiO_2(Al_2O_3-K_2O-Na_2O)/(Al_2O_3+K_2O+Na_2O) + 0,70.$$

IV.3.21.Indicele serial alcalin Rittmann(σ)-parametru chimic al rocilor vulcanice,care se calculează din conţinutul procentual al oxizilor: $\sigma = (K_2O+Na_2O)^2 : (SiO_2 - 43)$.

Parametrul permite separarea vulcaniților în orogene și neorogene.

IV.3.22.Indicele serial Sugimura(Θ).Parametru petrochimic introdus de Sugimura pentru a caracteriza o serie vulcanică,rezultată în urma fracționării sau contaminării magmei bazaltice:

$$\Theta = SiO_2 - 47[(Na_2O+K_2O) : Al_2O_3]$$

unde SiO_2 se calculează la % iar celelalte componente în proporții moleculare.

IV.3.23.Indicele silicic Hashimite.O modificare a indicelui serial Sugimura(Θ)ce permite determinarea caracterului primar al rocilor metamorfice,după eliminarea apei și recalcularea la 100 a conținuturilor oxizilor petrogeni.La calcul se utilizează formula lui Sugimura SI $=SiO_2- 47(Na_2O + K_2O)/ Al_2O_3$.

IV.3.24.Indicele de culoare Yung-Bruce(M). Se utilizează în clasificarea rocilor magmatice,pornește de la rezultatele analizei planimetrice a rocii,minerale % M = 100 - (Q +FK+Pl).Servește la separarea claselor de roci ACIDE (M 0-40,M 0-60),INTERMEDIARE și BAZICE (M 0-10,M 10-60) cât și a rocilor ultrabazice (M 90-100).

IV.3.25.Indicele alcali-femic (α/β).A fost propus de către Seinmann în scopul separării rocilor magmatice,în clase funcție de raporturile cantitative dintre oxizii unor elemente chimice,exprimate în proporții moleculare,deduse din analizele chimice.

$$\alpha/\beta = (Na_2O+K_2O)/(MgO+FeO+Fe_2O_3+Al_2O_3+CaO).$$

Cantitățile de Al_2O_3 și CaO sunt cele rămase după calcularea feldspaților normativi.

IV.3.26.Indicele de culoare(M').Reflectă conținutul mineralelor melanocrate și grele în rocă(biotit,amfiboli,pirexeni,olivine,minerale opace,epidot,zoizit,granat,melilit,monticellit. Pentru rocile plutonice I.U.G.S prezintă următoarele valori ale lui M' granite normale 5-20%(leucogranite M<5% și melanogranite peste 20%);tonalite normale M' 10-40 .

IV.3.27.Coeficientul manganifer.Parametru petrochimic ce reflectă raportul dintre atomii sau oxizii de Mn și Fe.

1) 100 Mn : Fe ; 2) 100 MnO : $(FeO + Fe_2O_3)$.

IV.3.28.Coeficientul titanității.Parametru petrochimic ce reprezintă valoarea raportului 100 Ti : Fe sau $100TiO_2:(FeO+Fe_2O_3)$ Permite separarea rocilor de vârste geologice diferite.

IV.3.29.Coeficientul de polaritate petrochimică (C.P.P.)
Permite stabilirea elementelor chimice cu comportare inversă în decursul diferenţierii magmelor.

C.P.P. = (a + S) : (b + c).

IV.3.30.Indicele calcic (C).Parametru petrochimic utilizat de Semenenko(1963) pentru separarea rocilor metamorfice.

$C = CaO : (Al_2O_3+MgO+CaO+2Fe_2O_3+2FeO) \times 100$.

IV.3.31.Factorul de cuplare.Gradul de condensare a unor minerale dintr-o rocă,se calculează pe baza analizelor chimice

$$\text{factor cuplare} = \frac{\text{Proporţiile moleculare ale } O_2\text{,nelegat în OH}}{\text{Raportul molecular}(Si^{4+} + Al^{3+}) \text{ în LK4.}}$$

IV.3.32.Indicele feldspatic Yung-Bruce(F.i)
Se utilizeazâ în clasificarea modală a rocilor cu ajutorul formulei: F.i.= Feldspat alcalin/(Feldspat alcalin+plagioclas).100

IV.3.33.Coeficientul oxigenului(α).
Coeficient introdus de G.Bischof(1851),determinat din analiza chimică a rocilor sau mineralelor

α= Proporţia atomilor de O_2 din oxizi/pr.atomice O_2 în SiO_2

IV.3.34.Indicele aciditâţii. Potenţialul ionic mediu al cationilor rocilor magmatice.Scade odată cu aciditate în seria rocilor normale granit 7,5;sienit 7,07;diorit 6,09;gabbro 6,33; dunit 5,21.

IV.3.35.Coeficientul aciditâţii(coeficientul lui Vogt)
Se calculează din rezultatele analizelor chimice de roci sau minerale din relaţia:

Pr.atomilor de O_2 din SiO_2/Pr.atomilor de oxigen din oxizi.

IV.3.36.Indicele leucit-nefelinic se utilizează în clasificarea rocilor magmatice a lui Yung-Bruce şi se determină cu ajutorul formulei: l = leucit/(leucit+nefelin).100.

IV.3.37.Indicele saturării Yung-Bruce.Parametrul compoziţiei mineralogice a rocii,calculat la 100 pe baza rezultatelor analizei planimetrice: 100.Cuarţ:(Cuarţ+Feldspaţi).

IV.3.38.Indicele saturării în silice(K)
Indicator petrochimic care permite separarea tholeiitului ($20 < K < 35$) de bazaltele olivinice ($K < 10$),se calculează din formula: $K = - (100 + qz) : SiO_2$ unde SiO_2 este conţinutul procentual de SiO_2%,qz-parametrul cuarţifer a lui Niggli.

IV.3.39.Indicele piroxen-amfibolic Yung-Bruce

Indicator mineralogic cantitativ,calculat în procente,utilizat în clasificarea modală a rocilor magmatice:

I.p.a = 100 piroxen /(piroxen+amfibol)

IV.3.40.Gradul albitizării.Gradul de transformare al rocilor în urma ALBITIZARII,se exprimă prin raportul (Na-Ca) : K, în ioni la 100.

IV.3.41.Indicatorul feromagnezian (FM).Parametru petrochimic ce permite compararea şi clasificarea rocilor metamorfice introdus de Semenenko(1963)

$FM = (MgO+Fe_2O_3+FeO):(Al_2O_3+MgO+CaO+2Fe_2O_3+2FeO) \times 100.$

IV.3.42.Numărul atomic al rocii.Numărul lui Rosenbusch-Suma cationilor din rocă calculaţi la 100 din analiza chimică.Numărul atomic al rocilor se apropie de 160 şi depinde de gradul de transformare al acesteia.

IV.3.43.Izofal Stare chimică de echilibru în roci ce se caracterizează prin valori apropiate a parametrilor Niggli: al şi fm sau Al_2O_3 la (FeO + MgO + CaO).

IV.3.44.Indicele peridotitic(I.p)-parametru mineralogic cantitativ utilizat la caracterizarea rocilor ultrabazice(peridotite şi perknite).

I.p.= 100 Olivine/(olivine+piroxeni [Opx+Cpx]+ amfiboli [CAmf +OAmf]) mineralele,volume %.

IV.3.45.Indicele Murat-indicator petrochimic ce utilizează la separarea lavelor bazice parametrul mu = $[(Al_2O_3:SiO_2)-CaO]$ In diagrama Murat se folosesc parametri mu(ordonată) şi ale(abscisă)-$Na_2O + K_2O$- determinaţi din procentele de masă ale oxizilor elementelor petrogene.

IV.3.46.Indicatori petrochimici şi petrogenetici:numărul anortitic,indicele mafic Wagger-Deer,indicele de vâscozitate Hess, indicele petrochimic al aluminozităţii,indicele Gottini,indicele calcic,indicele oxigenului,indicele aciditătii,coeficientul aciditătii,indicele silicic Hashimito,indicele cristalizării(CI),indicele Larsen,indicele leucit-nefelinic,indicele petrochimic al conţinutului de mangan,indicele mafic,indicele de cuplare,indicele de saturare Yung-Bruce,indicele saturării în silice,coeficientul oxidării fierului,coeficientul oxidării,indicele alcali-calcic a lui Peacock,indicele piroxen-amfibolic a lui Yung-Bruce,indicele feldspatic,indicele Wright,indicii seriali Rittman,Sugimura,Kuno.

indicele serial Sugimura,diagrama Simpson,indicele mafic Sobolev, coeficientul aciditătii,indicatorul petrochimic al titanitătii,indicele felsitic,indicele feromagnezian,indicele alcalino-carbonatic,indicele alcalino-femic,indicele de culoare Yung-Bruce.

IV.3.47.Gradul saturării în silice.

Parametru petrochimic ce se determină din caracteristica Zavariţki Q (sau Q'),numărul cuarţitic Niggli,conţinutul procentual de masă a SiO_2,după sistemul normativ CIPW cât şi după prezenţa mineralelor care indică insuficienţa SiO_2.

IV.3.48.Coeficientul silicic Osann.

Coeficient petrochimic utilizat pentru stabilirea genezei rocilor pe baza analizelor chimice.

$k = s / (6A + 2C + F)$

în care

$s = SiO_2+TiO_2+ZrO_2+P_2O_5$

$A = (K_2O + Na_2O + Li_2O)$ + proporţiile moleculare de Al_2O_3;

C = restul de Al_2O_3 şi proporţia corespunzătoare de CaO ;

$F = FeO + 0,89988.Fe_2O_3 + MgO + BaO + SrO$ şi restul de CaO ;

Parametrii a,c şi f se determină din relaţiile la 2a sau 3a

$$a = \frac{2A}{A + C + F} \quad \text{sau} \quad \frac{3A}{A + C + F}$$

$$c = \frac{2C}{A + C + F} \quad \text{sau} \quad \frac{3C}{A + C + F}$$

$$f = \frac{2F}{A + C + F} \quad \text{sau} \quad \frac{3F}{A + C + F}$$

Foloseşte proporţiile moleculare a oxizilor prezenţi în analiza chimică .Autorul a elaborat şi diagrama A,C,Alk =(Na_2O+ K_2O) ce permite separarea rocilor magmatice CA de cele alcaline şi deosebirea ortogneiselor de paragneise.

IV.3.49.Indicele oxidării fierului.Indicator petrochimic ce precizează presiunea parţială a oxigenului din magmă,în cursul cristalizării mineralelor.Conţinutul de fier se notează cu F (Kennedy,Osborn) F = FeO : Fe_2O_3 în procente de masă.

Serveşte la estimarea adâncimii la care a cristalizat magma(F scade odată cu adâncimea),magmele uscate au F mai mare ca cele apoase,cronologic F scade împreună cu vârsta rocilor.

V. SISTEME PETROCHIMICE DE CALCUL

V.1. Metoda Osann.

Are mai mult o importanţă istorică. Osann interpretează rezultatele analizei totale de silicaţi bazându-se pe clasificarea componenţilor mineralogici după Rosenbusch. Din analiza chimică se calculează proporţiile moleculare împărţind proporţiile fiecărui oxid la greutatea moleculară a acestuia. Proporţiile moleculare trebuie recalculate în vederea obţinerii următorilor parametri:

A = valorile moleculare ale alcaliilor $(K_2O+Na_2O)+Li_2O$;

C = cantitatea calciului din feldspaţi (Al_2O_3-A);

(în feldspaţi, numărul moleculelor de CaO este egal cu al celor de Al_2O_3 ce n-au fost legate de alcalii);

F = valorile moleculare ale Fe, Mg, Ca în exces şi eventual ale Mn, Sr, Ba $[(CaO+FeO+MnO+MgO) - C]$, recalculând Fe_2O_3 în FeO astfel: $Fe_2O_3=2FeO$. $F=[(CaO_t+FeO+MnO+MgO+NiO+SrO+BaO)-C]$. (t=total).

Valorile A+C+F trebuie recalculate la 100. Analizele sunt reprezentate cu un singur punct pe diagrama ternară Osann. Autorul a calculat valorile la 20 sau 30, însă calculele la 100 sunt mai simple şi reprezintă în triunghi acelaşi punct. Diagrama este împărţită în şase sextante ce caracterizează următoarele tipuri de roci: I-oligoclazit; II-granit alcalin; III-gabbrou, diorit, sienit şi sienit alcalin; IV-dunit, peridotit, piroxenit, hornblendit; V-grammatit, issit; VI-anortozit. Kaiser (1904) propune următoarele formule rapide de calcul al parametrilor:

$N=100-(s+Al_2O_3+P_2O_5)$; $P = A/N$ şi $Q = Al_2O_3/N$

din care se obţin valorile $a=30P$; $c=30(Q-P)$; $f=30(1-Q)$; $a+c+f=30$

Prin recalcularea procentelor moleculare de $Na_2O+(K,Li)_2O$ la zece, se determină excesul de Na_2O care se notează cu n.

$$n = \frac{10\ Na_2O}{(K,Li)_2O+Na_2O} = \frac{10\ Na_2O}{A}$$

Recalcularea sumei A, C şi F la 30 şi stabilirea valorilor a, c şi f se determină astfel:

$$a = \frac{30A}{A+C+F}, \quad c = \frac{30C}{A+C+F}, \quad f = \frac{30F}{A+C+F}$$

Regrupând (Mg, Fe, Mn, Ni)O şi (Ca, Ba, Sr)O care participă la gruparea F, la 10 se obţine parametrul m:

$$m = \frac{10(Mg,Fe,Mn,Ni)O}{(Mg,Fe,Mn,Ni)O+(Ca,Ba,Sr)O}; \quad s= SiO_2+TiO_2+ZrO_2+P_2O_5.$$

Coeficientul silicic, k se determină astfel:

$$k = \frac{s}{6A + 2C + F}$$

Valorile lui k variază pe tipuri de roci astfel: granit alcali-calcic 1,61; granit alcalin 1,51; sienit alcali-calcic 1,03; sienit alcalin 0,92; sienit nefelinic 0,73; diorit cuarţifer 1,43; diorit-0,90; gabbro 0,86; essexit 0,75; shonkinit 0,75; theralit bazic 0,66; missourit 0,67; fergusit 0,83; dunit 0,06; piroxenit 0,72; anortozit 0,94 (în timp ce feldspatul pur are k=1,00).

Prezentăm modul de calcul pentru un granit biotitic de la Schneeloch, Hars, Germania (tabel I).

Tabelul I

Parametrii Osann pentru un granit biotitic (Osann, 1931)

	1	2	3	s	A	C	T	F	W
SiO_2	72,67	12112	79,91	79,91	-	-	-	-	-
Al_2O_3	13,44	1318	8,70	-	7,32	1,35	0,03	0,3	-	-
Fe_2O_3	1,06	-	-	-	-	-	-	-	-	-
FeO	1,56	2,51	0348	2,30	-	-	-	0,02	2,28	-
MnO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MgO	-	0,23	0057	0,38	-	-	-	0,01	-	0,37	-
CaO	-	1,15	0205	1,35	-	-	1,35	-	-	-	-
Na_2O	-	3,08	0497	3,28	-	3,28	-	-	-	-	-
K_2O	-	5,75	0612	4,04	-	4,04	-	-	-	-	-
P_2O_5	-	0,12	0008	0,05	0,05	-	-	-	-	-	-
TiO_2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SO_3	-	0,26	-	-	-	-	-	-	-	-	-
H_2O	-	0,88	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total	100,20	15157	100,01	79,96	7,32	1,38	0,03	2,65	-

In coloana 1 este transformat Fe_2O_3 în FeO (1,06x0,9=0,954) şi adăugat la FeO (0,954+1,56=2,51). Proporţia moleculară a 2,51 FeO este de 0,0348 şi menţionată în coloana 2, totalul proporţiilor oxizilor se recalculează la 100-coloana 3. Din valorile obţinute calculăm următorii parametrii:

s=79,91+0,95=79,96 ;

C =8,70 - 7,32 = 1,38;

A = 3,28 + 4,04 = 7,32

F=(1,35+2,3+0,38)-1,38=2,65

$$a = \frac{10x3,28}{7,32} = \frac{32,80}{7,32} = 4,5$$

$$k = \frac{79,96}{43,92+5,41} = \frac{79,96}{49,33} = 1,6$$

$$a = \frac{30x7,32}{11,35} - \frac{219,6}{11,35} = 19,3 \qquad c = \frac{30x1,38}{11,35} - \frac{41,4}{11,35} = 3,6$$

$$f = \frac{30x2,65}{11,35} - \frac{79,5}{11,35} = 6,9$$

Formula rocii: $s_{79,96}a_{19,3}c_{3,6}f_{6,9}n_{4,5}$.

Analiza valorilor evidenţiază 79,96 moli,% de silice şi abundenţa cuarţului liber, coeficientul silicic k=1,6(feldspat pur k=1). Suma alcaliilor şi calciului(a+c=19,5+3,5=23) precizează că roca este îmbogăţită în feldspaţi(23 părţi din 30) sau 77%. Plagioclazul este sodic. Componenţii melanocraţi reprezintă 7 părţi din 30 sau 23%. Raportul sodiu/potasiu este de 4,5:5,5 ; ($n + K_2O = 10$) indică dominarea feldspatului sodic de către cel potasic.

Calculul pentru un norit din Essex, SUA este prezentat în tabelul II.

Tabelul II

Parametrii Osann pentru un norit: Elisabethtown(Johannsen)

	%	Mol	Mol,%	s	A	C	T	F	W
SiO_2	- 46,74	.779	50,81	50,81	-	-	-	-	-
Al_2O_3	- 16,63	.163	10,63	-	3,91	6,72	0,0	-	-
Fe_2O_3	2,17 -	-	-	-	-	-	-	-	-
FeO	10,00 12,00	.175	11,41	-	-	-	-	11,41	-
MgO	6,11	.153	9,98	-	-	-	-	9.98	-
CaO	- 8,66	.154	10,04	-	-	6,72	-	3,32	3,32
Na_2O	- 3,81	.061	3,32	-	3,32	-	-	-	-
K_2O	- 0,86	.009	0,59	-	0,59	-	-	-	-
H_2O	- 0,85	-	-	-	-	-	-	-	-
TiO_2	- 2,54	.030	1,95	1,95	-	-	-	-	-
P_2O_5	- 0,33	.002	0,13	0,13	-	-	-	-	-
MnO	- 0,26	.004	0,26	-	-	-	-	0,26	-
CO_2	- 0,07	-	-	-	-	-	-	-	-
S	- 0,11	.003	0,20	-	-	-	-	-	-
Cr_2O_3	- urme	-	-	-	-	-	-	-	-
NiO	- 0,03	-	-	-	-	-	-	-	-
BaO	- urme	-	-	-	-	-	-	-	-
SrO	- urme	-	-	-	-	-	-	-	-
Total	99,78	1533	99,32	52,89	3,91	6,72	0,0	24,97	3,32

Valori calculate s = 52,89; A = 3,91; C = 6,72; F = 24,97;

a = 3,32/3,91 = 0,8; k = 52,80/(6x3,91+2x6,72+24,97) = 52,89/61,67=0,85 ; a = 30x3,91/35,6=3,3 recalculat 3,5; c =30x6,72/35,6=5,6(recalculat 5,5);f=30x24,97/35,6=21,04 (recalculat 21,0).

Formula rocii $s_{52,89}a_{3,5}c_{5,5}f_{21,0}n_{0,8}$.

Conţinutul de cuarţ al rocii este nesemnificativ(k=0,85). Totalul a+c indică prezenţa feldspaţilor în rocă.Plagioclazul este bazic,calciul depăşind cu mult sodiul(10,04 calciu şi 3,32 sodiu). Mineralele ferromagneziene (f) constituie 21 părţi din 30 adică 70%.Compoziţia mineralogică modală,determinată pe această probă de Kemp(1915) indică labrador,hipersten,granat,augit verde, hornblendă brună şi proporţii reduse de biotit,magnetit şi apatit Analizele au fost proiectate pe diagrama ACF(fig.1)

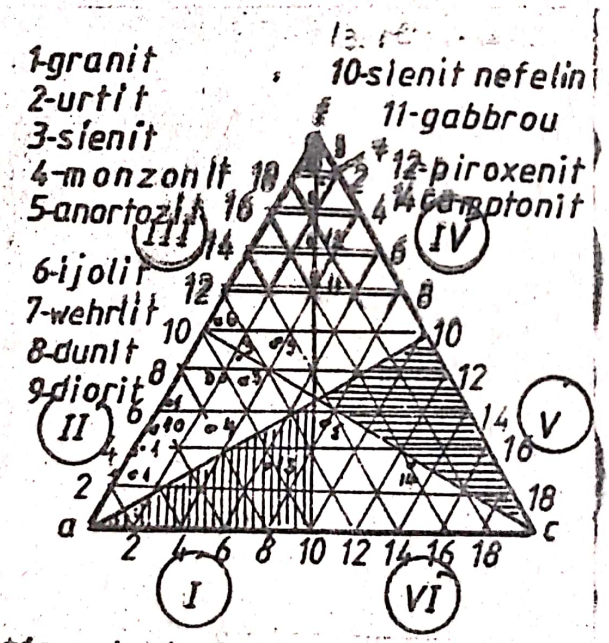


Fig.1 Poziţia principalelor tipuri de roci magmatice pe diagrama Osann.I-VI sextante caracteristice.

Prezentăm modul de calcul al parametrilor Osann pentru un diabaz din zona Broşteni,Suceava(după Buţureanu,1901) însoţit de parametrii calculaţi de Atanasiu(1928) comparativ cu cei obţinuţi prin utilizarea greutăţilor moleculare exacte ale oxizilor(tab. III).In ambele cazuri analizele se încadrează în sextantul III, corespunzător rocilor bazice(bazalt sau gabbrou).

Formula diabazului: $s_{44,34}a_{3,86}c_{0,21}f_{25,97}n_{7,67}$.

Tabelul III

Parametrii Osann pentru un diabaz, Broşteni (Buţureanu, 1901)

Oxidul	%	pr.mol.	mol,%	Valorile parametrilor Osann
SiO_2	40,82	0,679	45,20	s = SiO_2-TiO_2=44,34 (46,84)
TiO_2	1,08	0,013	0,86	A = Na_2O+K_2O = 6,12 (6,06)
Al_2O_3	11,48	0,112	7,45	C = Al_2O_3-(Na_2O+K_2O)=7,45-6,12=
Fe_2O_3	5,96	0,074	4,92	0,33 (1,34)
FeO	7,59	0,105	6,99	11,91 F=CaO-C+(FeO^x+MnO+MgO)=11,31-0,33
MgO	10,09	0,250	16,64	+11,91+16,64=39,53 (38,36)
CaO	9,56	0,170	11,31	a=3,86 (3,90); c = 0,21 (0,90)
Na_2O	4,34	0,070	4,66	f =25,97(25,2); n = 7,67 (7,60)
K_2O	2,08	0,022	1,46	k =0,587 (0,61) Formula diabaz:
P_2O_5	1,01	0,007	0,46	$s_{44,34}a_{3,86}c_{0,21}f_{25,97}n_{7,67}$
H_2O+CO_2	6,16	-	-	$s_{46,84}a_{3,90}c_{0,90}f_{25,2}n_{7,60}$
Total	100,17	1,502	99,95	( ) după Atanasiu,1928.

Osann stabileşte valorile limită ale parametrilor pentru principalele tipuri de roci magmatice(tab.IV)

Tabelul IV

Variaţia parametrilor s,a şi k funcţie de SiO_2%

Tipul de rocă magmatică	Limite de variaţie s	a	k	SiO_2,%
Granit,Q-diorit	82,5-69,0	26-27	1,8-1,2	65,00
Sienit şi diorit	74 -57	24-23	1,1-0,9	65-51
Essexit şi gabbrou	60 -47	12- 0	0,9-0,7	53-46
Roci melanocrate(gabbrou, hornblendit,piroxenit)	46 -42	2 -0	0,7-0,6	44-42
Dunit,peridotit	41-36	2-0	0,6-0,5	40-35
Sienit nefelinic	67-63	26-13	0,8-0,7	59-54
Theralit şi shonkinit	53-49	12- 5	0,65-0,5	46-43
Roci lipsite de feldspaţi alcalini	58-46	26- 3	0,86-0,39	50-30
Anortozit	65-50	11-1,5	1 - 9	57-44

Ulterior,Osann(1903-1913) introduce noi coeficienţi,pentru a distinge rocile metamorfice de sedimentare şi caracterul orto sau para al gnaiselor şi amfibolitelor cu ajutorul diagramelor S Al F (fig.2) şi Al C Alk (fig.3).Apropie rezultatele analize-

lor chimice de compoziţie mineralogică alcătuind grupe de molecule ce participă la alcătuirea mineralelor silicatice

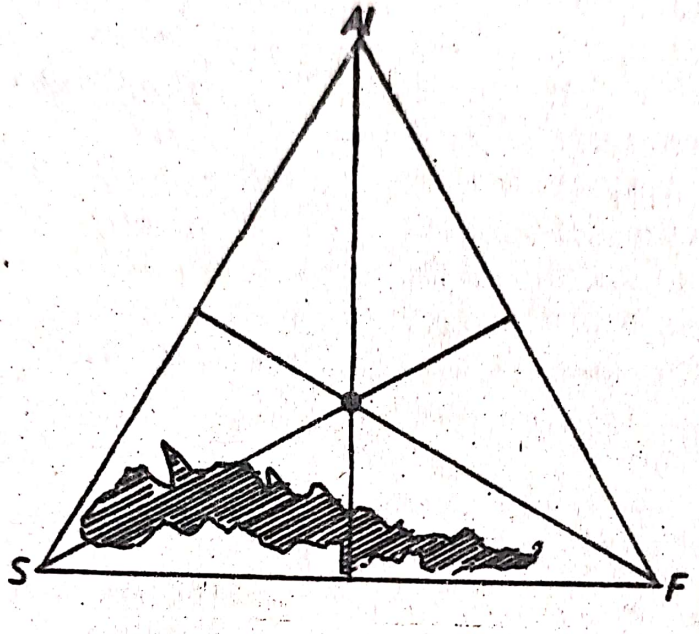


Fig.2. Diagrama S-Al-F.Câmpul rocilor magmatice(1250 analize),restul roci sedimentare(Osann,1913).

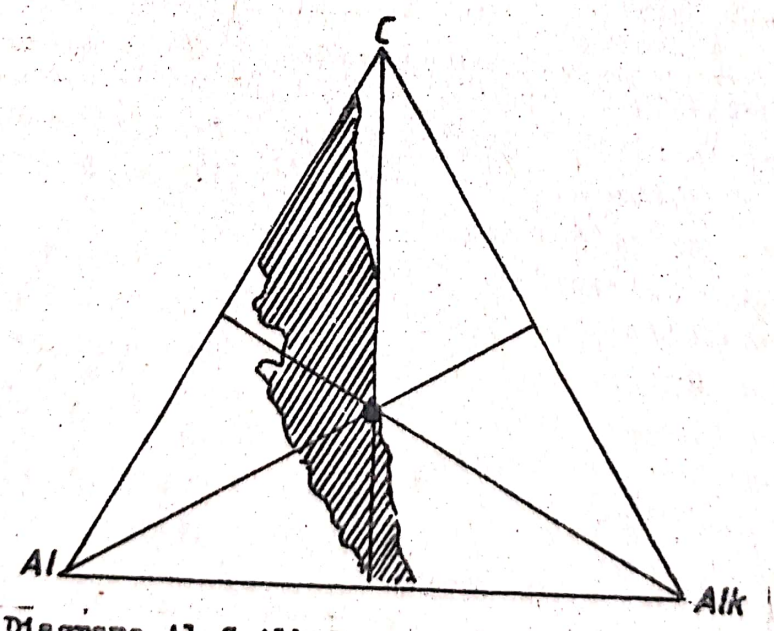


Fig.3 Diagrama Al-C-Alk.Roci magmatice şi sedimentare (Osann,1913).

Deficienţa metodei constă în recalcularea sumei A+C+F la 20 sau 30 şi nu la 100.Eroarea maximă a metodei este legată de modul de calcul a silicei,încadrat în grupă separată şi care nu participă la suma a+c+f.In acest mod,gruparea oxizilor determină pierderea caracteristicilor reale ale chimismului rocilor.Nu simplifică datele analitice dar ridică pentru prima oară posibilitatea comparării rezultatelor diverselor tipuri de roci,prin proiecţia lor în unul din cele şase sextante,centrul diagramei reprezintă media rocilor magmatice"M".În privinţa chimismului consideră că transformarea Fe_2O_3 în FeO se realizează cu relaţia $FeO=Fe_2O_3 \cdot 0,9$, aplicată în prezent în majoritatea sistemelor petrochimice. Permite calcularea formulei rocii cu ajutorul parametrilor calculaţi din analiza totală de silicaţi.Formula rocii va fi preluată de Barth(1949) dar care înlocuieşte parametrii petrochimici prin elementul chimic raportat la cantitatea de 160(1600)oxigeni. Această metodă este îmbunătăţită de Marakuşev(1986) ce introduce formula standard a rocilor magmatice,metamorfice şi sedimentare, calculată în baza de 50 oxigeni.

In cazul rocilor metamorfice,în anul 1913 Osann introduce patru relaţii ce sunt utilizate şi la rocile magmatice:

a) $S:Al_2O_3:(Fe,Mg,Ca)O = SiO_2:Al_2O_3:(Fe,Mg,Ca)O$ în S-Al-F

b) $Al_2O_3:CaO:(Na,K)_2O$ = Al-C-Alk

c) $10\ Na_2O/(Na_2O+K_2O)$ = NK

d) $10\ MgO/(MgO+CaO)$ = MC

Ecuaţiile c şi d sunt utilizate la separarea pararocilor de ortorocі.

V.2.Metoda Niggli.

Sistemul Niggli este o modificare şi simplificare a sistemului Osann , faţă de care se distinge prin următoarele:procentele de masă ale oxizilor se transformă în proporţii moleculare împărţind procentele din analiză la greutatea moleculară a oxidului(SiO_2-60,09;TiO_2-79,9;Al_2O_3-101,94;Fe_2O_3-159,70;FeO-71,85;MnO-70,94;MgO-40,32;CaO-56,08;K_2O-94,20;Na_2O-61,982;P_2O_5-141,95;CO_2-44,011;H_2O-18,00;S-32,00), înmulţind valorile obţinute cu 1000 pentru a înlătura zecimalele.Proporţiile moleculare nu sunt recalculate la 100.Proporţiile moleculare ale Fe_2O_3 sunt dublate adăugându-se la FeO.Suma de Al_2O_3(+ Cr_2O_3+TR),(Fe,Mn)O+MgO,CaO(+ + BaO+SrO) şi $K_2O+Na_2O(+Li_2O)$ sunt recalculate la 100 şi reprezentate prin al(pentru Al_2O_3),fm(pt.(Fe,Mn,Mg)O ,c(pt.(Ca,Sr,Ba)O şi alk pentru$(Na,K)_2O$.Micile cantităţi de NiO şi CuO se adaugă la fm.

Aceste patru valori le recalculează la 100, astfel încât să satisfacă ecuaţia: al+fm+c+alk=100. La aceasta se raportează valoarea moleculară a SiO_2=si

si = val.moleculară SiO_2xal/val.moleculară Al_2O_3

Valoarea lui TiO_2, ZrO_2 şi P_2O_5 se calculează ca: ti, zr, p.

1-După stabilirea sumei proporţiilor moleculare ale grupelor Al_2O_3+(FeO_t+MgO+MnO)+CaO+(Na_2O+K_2O) pe care o notează cu Σ trece la stabilirea parametrilor principali al, fm, c şi alk

al= Al_2O_3.100/Σ ; fm =(FeO'+MgO+MnO).100/Σ; FeO'= FeO+2Fe_2O_3

c = CaO.100/ Σ ; alk =(Na_2O+K_2O).100/Σ ;

Σ= Al_2O_3+2Fe_2O_3+FeO+MgO+MnO+CaO+Na_2O+K_2O;

2-Proporţiile moleculare de SiO_2 se utilizează la stabilirea lui si. si = SiO_2/Σ.100

3-Parametrii suplimentari ti, p, h şi zr se determină astfel:

ti = TiO_2.100/Σ ; p = P_2O_5.100/ Σ ; h = H_2O.100/ Σ ;

zr = ZrO_2.100/ Σ ;

4-Elementele minore dacă au fost determinate se adaugă la cele majore, cu care formează soluţii solide. Astfel, Cr_2O_3 se adună la Al_2O_3; NiO şi CoO la FeO; BaO şi SrO la CaO; iar Li_2O la Na_2O +K_2O.

5-Detalierea grupei fm se realizează cu parametrul mg:

$$mg = \frac{MgO}{2Fe_2O_3+FeO+MnO+MgO}$$

6-Aprecierea rolului fierului trivalent se realizează prin parametrul suplimentar "o":

$$o = \frac{2\,Fe_2O_3}{2Fe_2O_3+FeO+MnO+MgO}$$

7-Rolul potasiului în cadrul grupării alk este evidenţiat de parametrul k = K_2O/(K_2O+Na_2O).

8-Gradul de saturare al rocii în alumină este dat de valoarea t

t = al - (alk + c)

9-Valoarea qz caracterizează gradul de saturare al rocii în cuarţ, se calculează diferit în funcţie de valoarea lui „t":

1) la "t" negativ(al<alk+c) qz = si -(100+4alk);

2) la "t" pozitiv(al>alk+c) qz = si -(100+4alk) sau când 50< al>alk+c qz = si - (100 +4alk+0,5t);

3) la "t" negativ, dar în condiţiile în care al<alk

qz = si - (100 + 3al + alk).

Proiectarea analizelor se realizează în interiorul unui tetraedru de concentraţie. Cele patru colţuri ale tetraedrului

reprezintă valorile al,alk,c şi fm , care se reprezintă printr-un punct în interiorul tetraedrului.Pentru reprezentarea punctului,Niggli împarte muchia c-fm prin zece plane care trec prin muchia al-alk.Aceste plane taie muchia c-fm după următoarele proporţii fm/c = 9/1,8/2,7/3,6/4,5/5,4/6,3/7,2/8 şi 1/9.Niggli desface tetraedrul în câte două triunghiuri,după planele(I-X,II-IX, III-VIII,IV-VII şi V-VI).Pe aceste perechi de plane este trasat câmpul rocilor magmatice şi sedimentare(clastice,pelitice şi de precipitaţie fizico-chimică).Astfel cu ajutorul diagramelor Niggli(fig.4) putem separa în cazul rocilor metamorfice ortorocile de pararoci(gnaise şi amfibolite).

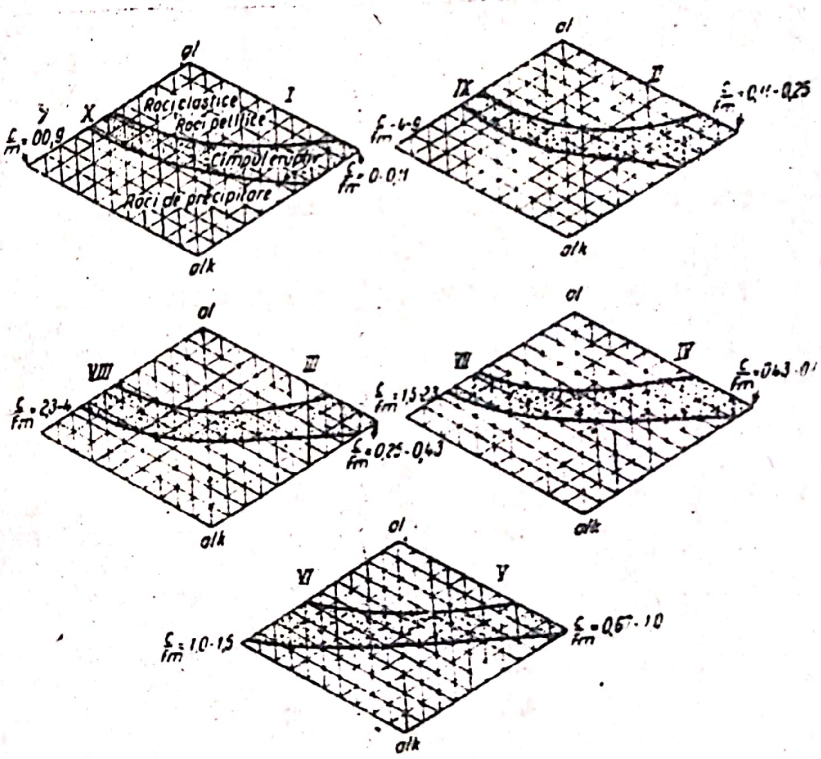


Fig.4. Secţiunile I-X,II-IX,III-VIII,IV-VII,V-VI din sistemul Niggli,cu zonele rocilor magmatice şi sedimentare

V.2.a.Diagrama de diferenţiere Niggli

Se utilizează la analiza petrochimică a rocilor magmatice dintr-o provincie.Este o diagramă binară,rectangulară în care în abscisă se proiectează valoarea"si" iar pe ordonată parametrii principali: al,fm,c şi alk.Prin unirea punctelor se obţin patru curbe,dintre care fm şi c au valori maxime în rocile bazice,iar

curbele al şi alk valori minime.In cazul rocilor acide,situaţia este inversă.

V.2.b.Diagrame binare Niggli.

Acestea permit urmărirea parametrilor principali al-alk, (fig.5),al-fm(fig.6) şi k-mg(fig.7 şi 8) respectiv pentru seriile de roci CA şi alcaline(sodice sau potasice).

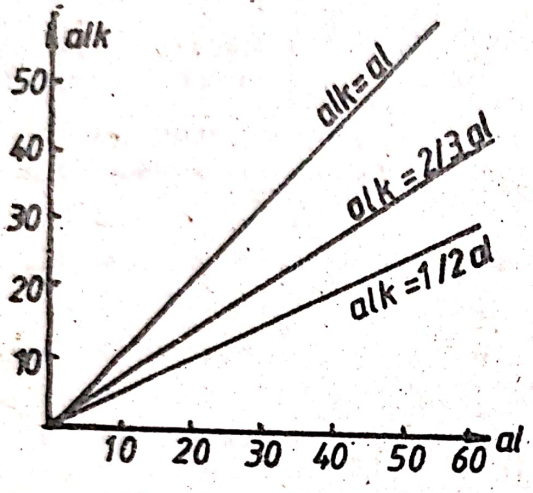


Fig.5.Diagrama al-alk

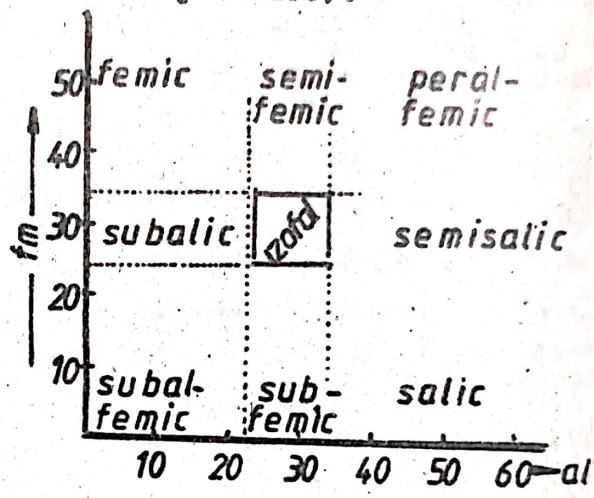


Fig.6.Diagrama al-fm.

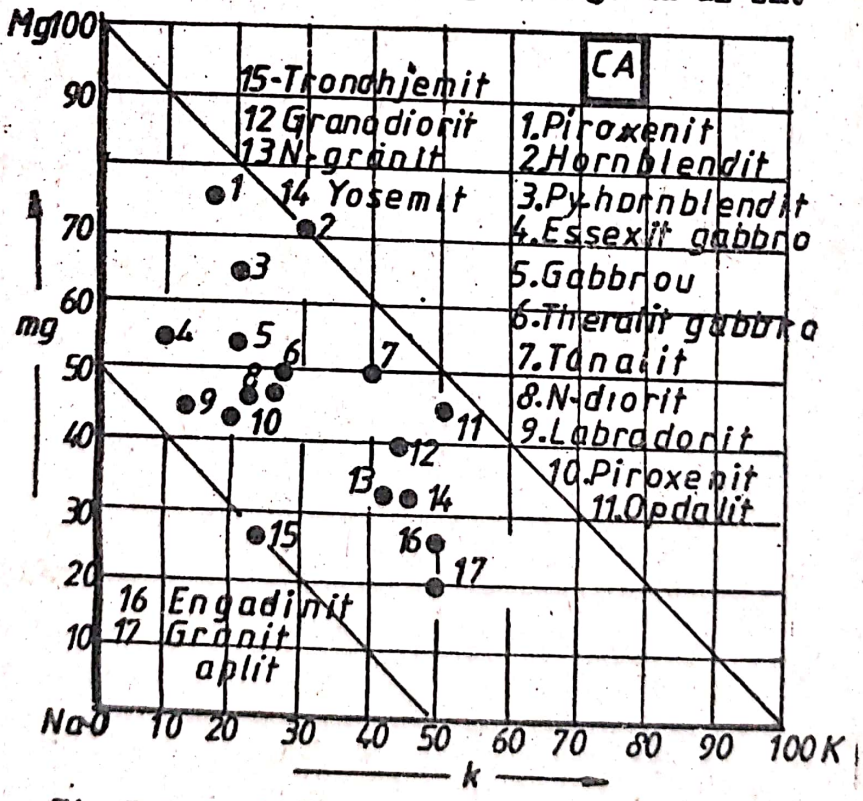


Fig.7.Diagrama k-mg pentru rocile magmatice ale seriei CA.

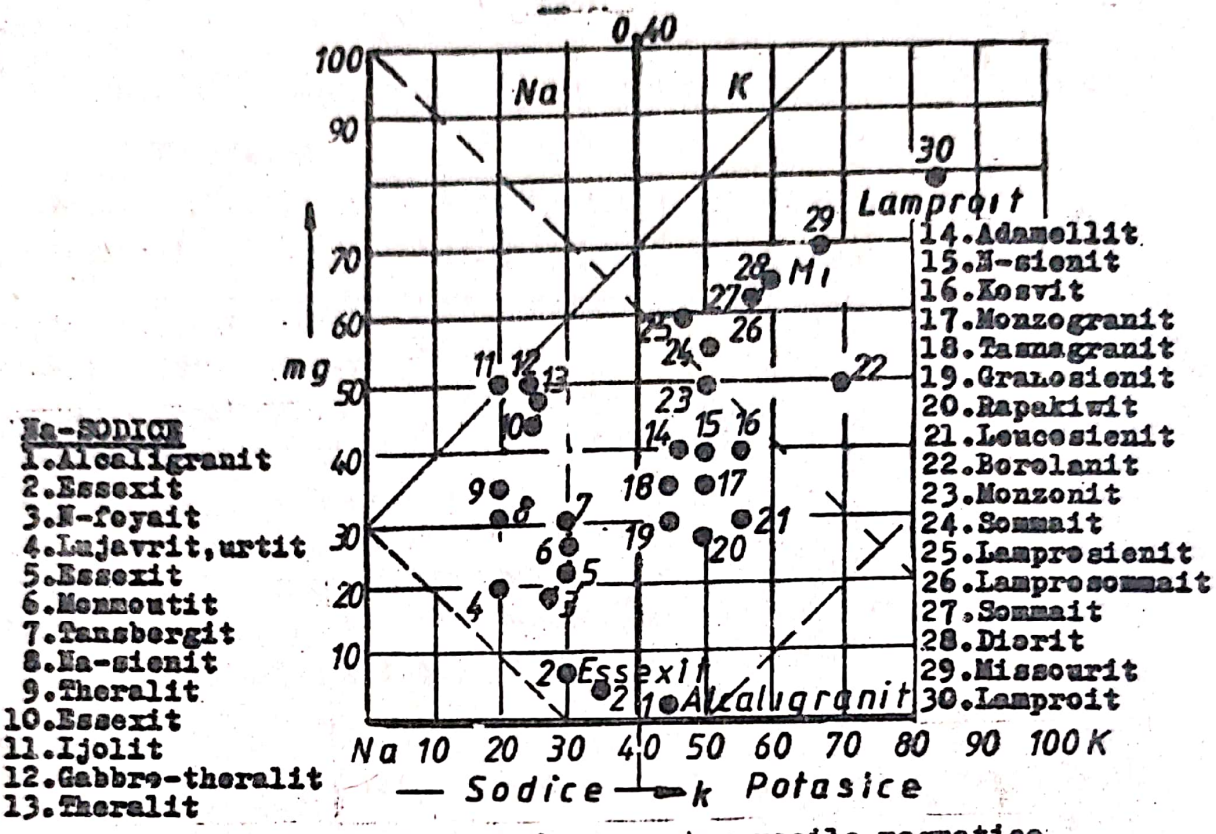


Fig.8 Diagrama k-mg pentru rocile magmatice ale seriilor alcaline(Na sodice,K potasice).

Diagrama al-alk (fig.5) prezintă patru câmpuri delimitate de liniile:alk=al;alk=2/3al;alk=1/2al şi alk<al.Diagrama al-fm (fig.6) permite construirea câmpului izofal şi încadrarea analizelor de roci în câmpul femic,salic,semifemic,semisalic etc. funcţie de relaţiile dintre mineralele petrogene MELANOCRATE sa PEMICE ori LEUCOCRATE-SALICE,prezente în suita de roci magmatice

In privinţa diagramei k-mg utilizarea se realizează diferenţiat pentru rocile seriei calco alcaline(fig.7) şi cele alcaline(fig.8).Analizând diagrama k-mg a rocilor CA constatăm că majoritatea probelor se încadrează între k=0,1 - 0,5(gabbrou şi aplit granitic) şi mg =0,2 - 0,75 (aplit granitic şi pirexenit, hornblendit).In cazul rocilor alcaline linia k=0,40 separă rocile bogate în sodiu de cele ultrapotasice.In cadrul rocilor sodice şi ultrasodice distingem granit alcalin(k=0,35) şi sienit nefelinic(k=0,20) iar pentru mg-granit alcalin(0,05) şi ijolit(0,5). La rocile potasice câmpul este delimitat de următoarele tipuri: (k:mg)-rapakiwit 0,50:0,26;lamproit 0,80:0,80;shonkinit 0,6:0,65; şi lamprosommait 0,50:0,50.

Modul de calcul al parametrilor Niggli este prezentat separat pentru granit(tab.V) şi bazalt(tab.VI).

Tabelul V

Parametrii Niggli granit (Niggli 1936)

Oxidul	%	pr.mol.	Al'	Fm'	C'	Alk'	Parametrii principali
SiO_2	70,18	1169					si=1169.100/347=337
TiO_2	0,39	5					qz=337-(100+116)=+121
Al_2O_3	14,47	284	284/2=				t= 41-(10+29)=+2
Fe_2O_3	1,57	20	=142	20			al=142.100/347=41
FeO	1,78	25		25			fm=69.100/347=20
MnO	0,12	2		2			c =36.100/347=10
MgO	0,88	22		22			alk=100.100/347=29
CaO	1,99	36		69	36		suplimentari
Na_2O	3,48	112				200:2=100	k=44/100=0,44
K_2O	4,11	88					mg=22/69=0,32
H_2O	0,84	94					c:fm=10/20=0,50
P_2O_5	0,19	2					ti=5.100/347=1,4
			142	69	36	100	c =20/69=0,29
p =(2:2).100/347= = 0,30							h=(94:2).100/347= = 14

Al'+ Fm'+ C'+ Alk'=142+69+36+100 = 347

Al'(142) < Alk'(100)+C'(36) rocă suprasaturată în alumină

a1. Modul de calcul la granit

1. Se transformă procentele oxizilor în proporţii moleculare, care se multiplică cu 1000 pentru a elimina zecimalele.

2. Din proporţiile moleculare se calculează următoarele grupe Al' prin împărţirea Al_2O_3 la 2; 284:2=142; Fm' din însumarea proporţiilor de Fe_2O_3, FeO, MnO şi MgO: 20+25+2+22=69; Ca'=CaO=36; proporţiile moleculare ale K_2O şi Na_2O se împart la doi şi se adună: (112:2)+(88:2)=100 se obţine ultima grupă Alk'.

3. Se calculează suma grupelor: Σ =142+69+36+100 =347.

4. Calculăm parametrii principali şi "si":

al=142.100/347=41; fm = 69.100/347=20 ; c = 36.100/347=10;

alk=100.100/347 = 29; si=1169.100/347 = 337.

5. Se determină seria: 142(Al') > 36(C')+100(Alk') şi numărul aluminic t = 41 - (10+29) = + 2

6. Calculăm qz= 337-(100+116) = + 121

7. Se determină parametrii suplimentari: k, mg, c:fm, ti, c, h şi p astfel: k = 44:100=0,44 ; mg=22/69=0,32 ; c:fm = 10/20 =0,50 ;

ti = 5.100/347 = 1,4; e = 20/69 =0,29; h=(94:2).100/347=14;
p = (2:2).100/347 = 0,30.

a2.Analiza rezultatelor

Numărul silicic qz=+121 confirmă că roca este suprasaturată în silice şi conţine cuarţ liber.Este suprasaturată şi în alumină t = +2,mineralele melanocrate sunt reprezentate,probabil prin mice(biotit).Valoarea ridicată a lui k=0,44 indică prezenţa feldspatului potasic(k >0,36).Compoziţia plagioclazului se determină din relaţia An:Ab = c/ 2 alk(1-0,44).Calculele se bazează pe faptul că roca fiind suprasaturată în alumină întreaga cantitate de CaO se blochează în "anortit",în acest caz mărimea alk trebuie redusă cu 0,56(1-0,44) pentru calculul moleculelor de Na_2O,ce intră în"albit".Valorile obţinute vor fi dublate pentru a se obţine numărul plagioclazului An:Ab=10/(29.0,56).2 = 10:32 ; $N^o = \frac{10.100}{(10+32)}$ = 24(OLIGOCLAZ).

După valoarea scăzută a „mg"=0,32 se poate vorbi de o cristalizare a rocii în condiţii de temperatură redusă.

Cu ajutorul anexelor 1 şi 2 stabilim că roca se încadrează în seria magmelor normale(A).Conţinutul de alk este de 29,diferenţa al-alk=12,subseria 3,iar după k=0,44 în seria K.Ls un „si",mai mare de 240 roca se încadrează în chemotipul de magmă-4;din anexa 2 aflăm că roca se încadrează în seria calco-alcalină,grupa I-LEUCOGRANIT,tipul yosemit-granitic;dacă tinem cont şi de valoarea fm încadrarea va fi în tipul ADAMELLITIC.

b1.Modul de calcul la bazalt

1.Procentele oxizilor se transformă în proporţii moleculare

2.Din proporţiile moleculare se calculează grupele:AL'se obţine împărţind cantităţile moleculare de Al_2O_3 la 2 308:2=154; Fm'înglobează proporţiile de Fe_2O_3,FeO,MnO şi MgO =68+89+4+153= =314;C'este egal cu CaO=160;Alk'se obţine prin adunarea proporţiilor de Na_2O şi K_2O,fiecare împărţită la doi 132:2 =66;

3.Se calculează totalul proporţiilor moleculare din cele patru grupe Σ = 154+314+160+66=694 .

4.Totalul se recalculează la 100 calculându-se parametrii principali şi "si":

al =154.100/694=22 ; fm=314.100/694=45;c=160.100/694=23 ;
alk=66.100/694 = 10 ; si = 817.100/694 =118;

5.Se calculează seria: alk(10)+c(23)>al(22)>alk(10) şi

numărul aluminic t = 22 -(23+10) = - 11.

6.Calculăm qs=si-(100+4alk)=118-(100+40) = -22.

7.Se determină parametrii suplimentari:

k = 16/66=0,24; mg = 153/314=0,49 ; c:fm = 23/45 =0,51 ;

ti=17.100/694=2,4; c=68/314=0,22; h=(180:2).100/694=13

p = (6:2).100/694 =0,40.

Tabelul VI

Parametrii Niggli,bazalt (Niggli,1936)

Oxidul	%	pr.mol.	al'	fm'	c'	alk'	Parametrii
SiO_2	49,06	817					si=817/694.100=118
TiO_2	1,36	17					t = 22-(23+10)= - 11
Al_2O_3	15,70	308	308:2=				qz=118-(100+40)= - 22
Fe_2O_3	5,38	68	154	68			al=154.100/694=22
FeO	6,37	89		89			fm=314.100/694=45
MnO	0,31	4		4			c =160.100/694=23
MgO	6,17	153		153			alk=66.100/694=10
CaO	8,95	160		314	160		k=16/66=0,24
Na_2O	3,11	100				(100+	mg=153/314=0,40
K_2O	1,52	32				+32):2=	c:fm=28/45 =0,51
H_2O	1,62	180				66	ti=17.100/694=2,4
P_2O_5	0,46	6					c =68/314=0,22
			154	314	160	66	h=(180:2).100/694=13
							p=(6:2).100/694=0,40

al'+ fm'+ c'+ alk'= 694

c'(160)+alk'(66)> al'(154)> alk'(66)

roca se încadrează în seria rocilor normale(CA)

b2.Analiza rezultatelor

Valoarea numărului silicic,qz=-22, putem presupune că în alcătuirea rocii intră silicaţi nesaturaţi în silice(roca conţine OLIVINE).Mărimea k,mai mică de 0,36 atestă că roca nu conţine feldspat potasic şi că întreaga cantitate de potasiu va intra în compoziţia plagioclazului.Calcularea compoziţiei plagioclazului,se face ţinând cont de încadrarea rocii în seria normală(alk+c> al >alk) cu următoarea relaţie: $\frac{al-alk}{2alk} = \frac{12}{20}$; numărul plagioclazului N^{o} = 12.100/32)=37,5(ANDEZIN).Pentru determinarea numărului plagioclazului mărimea alk trebuie dublată,compoziţia albitului se consideră $NaAlSi_3O_8$,valoarea alk se determină de proporţia molecular de Na_2O,de 2 ori mai mică decât a sodiului.

Anexa 1

Tabele pentru determinarea chemotipurilor de magmă
(după Niggli,1936)

Reguli de utilizare:

1.După raportul al şi alk se determină chemotipul de magmă
A al > alk sau mai mic; al < alk+c; si<800-900.
B alk>>al

2.La magmele normale(A) după valoarea alk se stabileşte grupa notată cu cifre romane.

3.Grupa se împarte în varietăţi după al-alk.

4.In continuare grupele se împart în două serii:POTASICA (k>0,36) notată cu K şi SODICA (k<0,36) cu Na.

5.Cifrele din paranteză indică chemotipul de magmă(Anexa 2)

Exemple:

1.Parametrii Niggli si=164;al=37;fm=33;c=11;alk=19;k=0,22; şi mg=0,40 indică:
-după al-alk,tipul A
-după alk,grupa IV
-după K,seria sodică(Na),subgrupa I
-după fm,subgrupa b
-după si-magma 103-XXII,grupa ESSEXIT,tipul essexit-ankeritic.

2.Parametrii Niggli si=211;al=15;fm=12;c=5;alk=68;k=0,11 şi mg=0,20 indică:
-după al-alk,tipul B
-după mărimea al,grupa I,subgrupa b.
-după fm şi si magma 84-XVII LUJAVRITICA,tipul tavitic

A.MAGME NORMALE,CALCOALCALINE(CA) al > alk sau mai mic; al ≤ alk + c ;si < 800-900;conţinut minim de carbonaţi

I alk > 32,5

1.al-alk negativ,egal cu zero,rareori 4-5.

a) c şi fm < 10
si > 300(alk > 37,5) (65)
si= 300-250(alk >37,5) (67)

b) la „si" mare,magma conţine fm(rar c) ≥10 sau fm şi c >10,dar fm sub 26
si >300 (66)
si <300

Na(frecvent e<17-18)
si-300-240
fm<18 (68)
fm≥18-26 (69)
si 245-200 (qa putermic negativ) (74)
si 220-150
e≤10 (qa<0) (75)
e≥10 (76)
si 150-90
1.K(frecvent e<17-18
si 300-230
fm<18 (132)
fm≥18-26 (134)
si 230-140 (135)
c) fm >26-35 (numai la alk=33,e mic)
Na
si > 220 (92)
si - 220-120 (93)
K
si > 300 (142)
si - 300-200 (143)
si - 220-130 (145)
2.(al-alk) > 4 sau 5
a)fm-e <10 ;si >300;la alk =33 si>270
Na(al-alk)<15,frecvent sub 10 (14)
K (al-alk)<15,frecvent sub 10 (1)
b) fm<10 ;e>10 ; si > 300-270
Na
(al-alk) 5-10 (15)
(al-alk) 10-20 (16)
K (al-alk) intre 4 si 16 (2)
c) fm sau e,ambii >10,si <270 sau 300
Na si > 280
fm si e intre 7,5 si 15 (18)
fm > e;e <10,fm până la 26 (17)
si 280-190;al-alk=5-13;fm <25 (87)
si 150- 90;al-alk=5-13;fm < 25 (88)
K (al-alk) si e,frecvent sub 15
si >320 (3)

si > 320 (3)
si 320-220 (131)
si 280-140 (133)

II alk între 27,5 şi 33

1.(al-alk) slab negativ,zero sau +4 - +5

a) fm < 26-27 ; al şi e mici (≈20)

Na

si > 220
si 220-160 (76)
si 160-120 (77)

K

si 300-220 (134)
si 220-120;al ≥30; al-alk > 4 (138)
si 220-150;al ≤30; fm ≤26 (137)
si 150-80 (139)

b) fm al(aproximativ 30)

Na

si > 220 (92)
si 220-120 (93)

K

si > 300 (142)
si 300-220 (143)
si 220-130 (145)

2.(al-alk) > 4 sau 5

a) fm < 26-27

Na

si > 250
e < 10;fm > 10 (19)
e > 10; fm>10;(al-alk) ≥10 (20)
e > 10; fm<10;(al-alk) > 12 sau 13 (21)

si < 250
(al-alk) < 10-13
si 250-190 (86)
si 200-150 (87)
si 150-90 (88)
(al-alk) >13; e >10;h = 230-180 (43)

K

si>240
e <10;fm 14-26;si>320; (al-alk) > 5 (130)

c = 10; si <320 ;(al-alk) < 8-7 (131)
c >10; fm <20;(al-alk) <7 ;fm 20-27 (5)
C 10; fm 20; (al-alk) = 10-20 (4)
si 240-220;(al-alk) > 8 (131)
si 220-140;până la 120
c <15;(al-alk) =15,dar >5 (133)
c>15 (138)
b) fm-al şi ~30; al >32,5;fm > 25-26;al-alk >12
Na
si >280
si 280-180 (94)
si 180-130 (95)
K
si 400-200 (6)
si 220-130 (145)

III.alk 22,5-27,5

1.(al-alk) slab negativ,zero,până la +6

a) Na
c <18; fm 26-32
si 400-220 (92)
si 220-120 (93)
fm >32,5;si 220-120 (96)
c ⩾18; si 170-70 (97)
b) K
fm ⩽27 ;c ⩽27
si 220-150 (137)
si 150-80 (139)
c 27-35;si 190-90;(al-alk) ~8 (140)
c >35 ;si 190-80;(al-alk) <8 (141)
si 300
si 300-220 (142)
si <220 (143)
c <17,5 şi "si" 220-140 (145)
c >17,5 (152)
fm ⩾35 ; c <16
si 250-200 (144)
si 200-165 (146)
si 165-140 (147)
c >16; si 165-140 (152)

2.(al-alk) > 6

a)Na

fm ≤26; si>320 fm<10 (21)

fm 10,dar sub 26 (19)

e < 10

e >10

alk ≤ 25;(al-alk) >14 (12)

alk ≤25 (20)

si 220-180;fm<13;(al-alk) > 14 (43)

si 220-130;fm >10; până la 26

al 30-35 (90)

al>35;(al-alk) < 16 (89)

si 150-170;fm 20-32;al 20-32;e>18,(al-alk)<8(97)

fm ≥26 similar cu al

fm până la 33

si 280-180;al 30-37; e <18 (94)

si 180-130;e ≤20; al ≥28-35 (95)

si 150-70 ;e >18;al=20-32 ;fm <33;(al-alk)<8 (97)

fm >32,5

si 220-120 (96)

b)K

fm≤ 26-27

si>230; e>10

alk ≤25;sau fm<20(curent fm >20) (10)

alk >25;fm ≥20 (5)

si>220; e<10; fm ≥ 24 (6)

si 230-140

e <20 sau (al-alk) ≥9 (136)

e >20 sau (al-alk) < 9 (148)

fm ≈al = 26-35

si > 220

e ≤10 (6)

e ≥10 (8)

si 2 2 0 - 1 4 0

e <17,5 (145)

e >17,5 (152)

fm ≥35 ;al depășește 33;(al-alk) rar >10,dar mic

si 250-200 (144)

si 200-165 (146)

si 165-140
e <16 (147)
e >16 (152)

IV alk = 17,5-22,5
1.Na
a)fm <26 sau 28;al >32,5-35
fm <12,5 ; al >40; si=230-150
e < 25 (43)
e > 24;fm <10 (44)
fm >12,5
si 440-230,în general peste 220 (12)
si 220-180 (13)
si 180-130 (91)
b) fm≈al = 30(26-36);%e≈alk;(al-alk)>7,5
si 300-175 (22)
si 180-160 (103)
si 160-110 (104)
c) fm între 25-36;e>26;al< 26;si=150-90
e <35,dar mai mare de 26 (98)
e >35 (99)
d) fm ≥32,5; al≈fm ; c< 26
si 300-160;fm>36; al~30 (23)
si 160-120
alk< 20;(al-alk) între 5-12,5;al <30 (108)
alk >20;(al-alk) până la 25; al < 30 (96)
si 120-70
fm 32,5-42,5;al ≤22,5;(al-alk) mic (105)
fm=42,5 şi peste 50;al 22,5;(al-alk) mic (106)
2.K
a) fm ≤26; al >34-36; e <25 curent < 22
si > 200 (10)
si = 200-150 (148)
b) fm ≤26; al ≤30; e ≥25
e 25-35; si 190-90 (140)
e>35; si 190-80 (141)
c) fm 26-36;egal cu al(26-36);e <25
si > 280 (7)
si 280-190 (9)
si 190-160 (149)

si 160-120 (150)

d) fm 30-36 până la 38; al < 27

alk ≤ 20; e-22,5-30; si-160-90 (153)

alk ≥ 20 ; e > 17,5; si-165-140 (152)

e) fm ≥ 35

al ≤ 26 ; fm 35-42; e > 17 curent < 24; al > 19

(al-alk)=0 sau > 0; si-215-100 (165)

fm 40; e 20; al 20 ; (al-alk) 0; si 170-120 (162)

f) fm > 41; e ≤ 17

al ≤ 20 ; e < 16 ; (al-alk)=0; si-170-120 (161)

al > 19 ; e ≤ 17 ; (al-alk)=0; si 215-100 (159)

al - 25-32,5 ; al ≥ 20

si > 200 fără a depăşi 250 (144)

si 200-165 (145)

si 165-140 (147)

V alk = 12,5-17,5

1.Na

a) al ≤ 25 ; e ≥ 25

fm ≤ 36

e ≤ 35; si-150-85 (98)

e > 35

si 150-85; alk > 15 (99)

si 100-60; alk ≤ 15 (100)

fm ≥ 36 ; si 130-65 (116)

b) al ≤ 26 ; fm > 36

fm > 32,5; al < 26; e ≤ 25

al < 20; (al-alk) < 5; si = 130 până la 65

fm = 32,5-42,5 (105)

fm > 42,5 (106)

al ≥ 20, dar sub 22,5; (al-alk) > 5

e < 20; si depăşeşte 320 sau 200

fm-36-47

(al-alk) > 12 ; e -18-20 (27)

(al-alk) < 12 ; e < 18; si-160-100 (108)

fm - 47-57 (159)

e > 20; (25); si > 120-180 ; (al-alk) < 10 (107)

(al-alk) > 10 (27)

si < 120; fm > 35 (113)

c) al ≈ fm (26-37,5)

e ≤ 25

si 300-175; alk > 11

si 180-125 (25)
e >24
si >125 (40)
si <125 (112)

d) al foarte mare; fm < 26
fm <12,5 ; al >40 ; e mare; si 180-120 (45)
fm =12,5-26; al>30
e <26; si-230-180 (13)
e >26; si >140 (47)

2.K
a) fm ≤26; al mare(fm →28 la al >36) (11)
b) fm ≈ al 26-36; e<25
alk <15
si 250-160 (25)
si 160-120 (151)
alk >15
si>280 (7)
si 280-190 (9)
si 190-160 (149)
si 160-120 (150)
c) fm ≥al; al frecvent 20-70; fm 30-38; al>20
e >26; si-160-90 (154)
d) fm > al ; al ≥10-19 sau 20
si >180 (155)
si <180-215; (al-alk)<10; (al-alk) ≤7,5
e <17 ; si-200-120 (154)
e -17-12,5; si-215-100 (165)
e >22,5 si 180-90 (153)
(al-alk) >7,5 frecvent >10
fm <35 ; e >23 ; si-180-90 (153)
fm >35-41 ; e-17-26; si-180-110 (157)
fm -41-54
alk <15; e-10-20; si-180-110 (158)
alk ≥15; e<17; (al-alk)<10, si- 200-120 (159)
e) fm > al ; al ≤ 20
e <10; fm >65; si-100-60 (164)
e -10-20; fm >54; sub 65; si-120-110 (163)
e <17,5; fm ≤ 54; si-170-120 (161)
e 17,5-27,5; fm <54; si-130-75 (166)

c - 28-40
al=10-17,5; si-120-70 (170)
al=17,5-5,2; si-130-80 (169)

VI alk= 7,5-12,5
1.Na
a) fm <26; al mare
fm <12,5; al >40; c >30; si=150-100 (46)
fm 12,5-25; al>30; c >28
si >140 (47)
si <140 (48)
b) fm = 26-35-36; al(26-36)
c ≤ 26; si-250-130 (24)
c ≥ 26; si-170-100 (41)
c) fm <30; al < 26 ; c mare; si-70-40 (101)
d) fm =30-37,5; al < 26-27,5; c=20-28
si 160-120 (38)
si 120-85; alk >10 (113)
c=28-35; si-125-80 (115)
c 35-46; si-100-50 (100)
c ≥ 46 ; si 70-40 (101)
e) fm > 37,5; uneori >36; fm > al
c < 29-30
fm-35-40; si-180-110; c ≤ 26, (al-alk) ≥ 12,5 (28
c ≥ 25-26 (38)
si 120-85; al=20-27,5; (al-alk)<17 (113)
f) fm ≥ 39-40; al > 16; si - 110-115; al 16-25
c=16-17,5; fm-47-57; si-160-110, alk >10 (109)
c>16-17; fm=40-49; al>18
si 170-145; c>17,5 (29)
si 144-115 (30)
fm > 49 sau 47; al(16-18); si-170-110 (31)
c ≥ 26 ; al < 19,5; si < 130 (116)
al >19,5; si=150-110 (35)
si 115; al >25-26; fm ≤ 46; (al-alk) ≥ 12,5 (28)
al<19; fm<49; c>24,5; si-115-65 (116
al<20; fm=42-52; c<25; alk>10; si-110-70 (106
al=17-25; fm-45-52; c<24,5; al<20, alk ≤ 10
si 115-80 (111)
al=20-27; fm-40-45; si-115-90 (110)

al<16; si-130-70; fm<60
c <24,5 (121)
c >24,5 (119)
si 70-40
fm <60 (122)
fm >60 (123)
c ≥29-30; fm≤45; si 130-80;(al-alk)≤9 (117)
(al-alk) ≥ 9 (114)
fm ≥45
(al -alk)~4-8; si-90-70 (119)
(al-alk) f.mici;si-110-60 (118)
(al-alk) f.mic; si <60 (120)

2.K
a) fm al 30 (27-38);c≤27,5 dar >18;alk> 9
si 250-150 (25)
si 150-100 Semmait-tonalitică
b) fm>35; al ≥20 ; saun mai mare
c<27,5;al mare 20-29;si>180-110,c15-25(155)
si 180-110; c ≤ 20 (158)
c > 20 până la 27,5 (156)
c > 27,5-35;al 20(al-alk)>7,5
si 125-80 (171)
c) fm=28-54; al ≤ 20
c-17,5-28;al-15-20;si-125-75 (166)
c-28-29; al-10-17; si-130-90 (170)
al=17-20; si-130-90 (169)
c > 38; al<15; fm≈40
si 110-60 (173)
si < 60 (174)
d) fm>50; al <17,5;fm < 65; alk <10
fm-50-58 ; si-120-80 (167)
fm ≈60 (168)
alk=10;si 120-90; fm≈60 (163)
fm >65;si 90-60;c mic (164)

VII alk = 0-8
1. al mare;fm <26;
a) fm≤15; si-190-140 (46)
b) fm >15; si 150-90 (48)
2.al ≈ fm ≈ c(26-38);si-125-90 (39)

3. al = c = 30; fm ≤ 40; si-125-90 (39)

4. al-20-26

a) c < 2,6 dar >18; fm ≤ 58

c <18; si-120-70 (33)

c 18-23; al-20-23; si-120-90; alk=5-8 (32)

c 23-26; al 22-26; si 130-80 (35)

b) c > 26

c-26-30; si-150-75 (36)

c > 30; si-130-75 (37)

5. al în jur de 30(17,5-22), c·mare, al <18-6

a) c<23 ; si-135-70 (49)

b) c-23-26;; si 120-90

alk < 5 (34)

alk > 5 (32)

c) c>26 ; fm = 70-72; si-120-70 (55)

si - 70-50 (56)

6. al ≤18,5

a) c < 26; fm <70-72

al < 10; c ≥20; alk f.mic; si-120-65 (52)

al ≈ alk; c >12

si = 100-50 (123)

si < 65 (122)

al > 10 ; c-15 - 26

si 135-65 (50)

si < 65 (122)

al ≤10 ; c 15-26

si 135-65 (50)

si 65 (122)

fm ≥ 70-69; al<7,5; c < 9

si-120-70 (62)

si - 70-40 (63)

si - 40- 0 (64)

b) c ≈ 30(26-33)

si 140- 100 (54)

si(100; al <12, al foarte mare

Si-100-75 (59)

si 78-40, alk mare (120)

si < 7 5 ; alk mic, magmă piroxenit-peridotătică; al mic

-alk = 0 ; si-100-50 (61)

alk ≈ al; si-100-75, alk>6 (118)

al >12 ; si-100-50 (57)

c) c >33 ; fm < 50

si 100-65% fm≈c = 40 ; fm <c (173)

si 90-50 ; fm > c ; alk ridicat (172)

si 70-40 ; fm≈c ; alk (174)

si 70-40 ; fm < c ; alk mic (101)

fm >50 ; si-90-60 (58)

B. MAGME SUPRASATURATE IN ALCALII (alk ≫ al)

1. al ≤ 26 ; k40,5; mg mic ; si 180-110

a) al ≤12,5

alk < 20 (127)

alk > 20 (126)

magmă melanocrată alcalină

c mare ; si ~100 (129)

b) al-12-18 ; fm < 40

si >230 (72)

si <230 (84)

fm > 40

si ~230 (73)

si~230 (124)

2. al ≤26 ;(8-18);k şi mg foarte mari

si 180-140 (160)

3. al ~fm (25-26); c-20 ; si-130-90 (102)

4. al >26 ; c mic ; Na şi K medii; mg redus

a) si>250 ; fm <26 ; c redus (70)

fm >26 ;~al ; c mic (71)

b) si<250 ; fm ≤ 26 ; c mic

fm <20

si 250-150 (79)

si < 150 (80)

fm > 20

si - 250-150 (81)

si <150 (82)

fm >26 ; si-250-130 (83)

Anexa 2

CHEMOTIPURILE DE MAGMA , după Niggli,1936.

Nr.	Chemotip magmă	si	al	fm	c	alk	k	mg
	A.MAGME CALCOALCALINE (CA)							
	I.grupa leucogranit(salice,acide,bogate alk,c scăzut)							
1.	Aplit granitică	436	47	8	5	40	0,45	0,25
2.	Yosemit aplitică	350	45	6	13	36	0,40	0,30
3.	Engadinit granitică	380	43	13	8	36	0,50	0,25
4.	Yosemit granitică	350	43	14	13	30	0,45	0,30
	II.grupa granit(izofalic,slab salic-subfemic,acide)							
5.	Adamellitică	300	38	22,5	13,5	27	0,45	0,30
6.	Tasnagranitică	300	36	28	9	27	0,45	0,35
7.	Meyitică	380	33	32	15	20	0,45	0,35
8.	Normal granitică	270	34	29	13	24	0,45	0,35
9.	Opdalitică	225	32	32	18	18	0,45	0,45
	III.grupa granodiorit(salic,mai sărac alk,acide)							
10.	Normal granodiorit	280	39	22	17	22	0,45	0,40
11.	Leucotonalitică	220	39	24	21	16	0,50	0,30
12.	Farsunditică	300	42	20	15	23	0,25	0,40
13.	Leucopeleitică	200	38	21	24	17	0,20	0,40
	IV.grupa trondhjemit(salice,bogate alcalii,c redus)							
14.	Natrongranitaplitică	450	47	7,5	3,5	42	0,20	0,20
15.	Trondhjemitaplitică	400	44	5	13	38	0,20	0,30
16.	Q-dioritaplitică	420	46,5	4	15	34,5	0,20	0,30
17.	Kantronengadinitică	400	43,5	15	3,5	38	0,25	0,25
18.	Trondhjemitică	370	42	12	11	35	0,25	0,30
19.	Kantronrapakiwitică	340	42	20	8	30	0,25	0,30
20.	Leucocuarţdioritică	300	42	17,5	13	27,5	0,25	0,40
21.	Si-oligoclazitică	380	44	8	20	28,8	0,15	0,40
	V.grupa cuarţdiorit(izofalic,slab femic,c variabil)							
22.	Cuarţ dioritică	225	32	31	19	18	0,25	0,45
23.	Melacuarţdioritică	200	30	40	10	20	0,30	0,50
24.	Peleeitică	180	33	32	23	12	0,20	0,45
25.	Tonalitică	180	33	33	22	12	0,40	0,40
	VI.grupa diorit(izofalic,slab femic,sărac alk,c normal							
26.	Dioritică	155	30	35	21	14	0,30	0,50
27.	Lamprodioritică	150	25	40	21,5	13,5	0,20	0,50
28.	Orbitică	135	27	42	21,5	9,5	0,25	0,50
	VII.grupa gabbrodiorit(femic,sărace alk,c normal)							
29.	Si-gabbrodioritică	150	25	43	22	10	0,20	0,50
30.	M-gabbrodioritică	130	23	44	22,5	10,5	0,20	0,50
31.	Melagabbrodioritică	130	19	51	21	9	0,25	0,50
	VIII.grupa gabbro(femic,sărac alk,c ridicat,normal)							
32.	Gabbroidă	108	21	51	22	6	0,20	0,50
33.	Pm-gabbroidă	80	24	54	17	5	0,20	var.
34.	Eukritică	100	18	55	24	3	0,10	0,70
35.	C-gabbroidă	100	25	46	25	4	0,10	0,70
36.	Miharaitică	130	23	42	27,5	7,5	0,20	0,50
37.	Piroxengabbroică	100	23,5	40,5	31,5	4,5	0,20	0,70
37'.	Hawaiitică	120	18,5	48	27,5	6	0,10	0,50
	IX.grupa leucogabbro(izofalic,uşor femic,subalic)							
38.	Leucomiharaitică	140	26,5	38	26,5	9	0,25	0,45
39.	Achnahaitică	100	29	40	27	4	0,20	0,30

Nr.	Chemotip magmă	si	al	fm	c	alk	k	mg
	IX.grupa leucogabbro(izofalic,ușor femic,subalic)							
40.	Cumbraitică	200	27	31	27	15	0,30	0,30
41.	Belugitică	130	29	32	29	10	0,15	0,50
42.	Ossipitică	110	30	35	30	5	0,15	0,60
	X.grupa plagioclazit(salic,c ridicat,sărac alk)							
43.	Oligoclazitică	190	43	11	22	24	0,20	0,30
44.	Andesinitică	190	46,5	5	28	20,5	0,20	0,30
45.	Labradorfelsitică	150	46	4	35	15	0,10	0,45
46.	Anortozitică	120	43	10	40	7	0,10	0,45
47.	Si-melaplagioclazit	220	35	15	35	15	0,10	0,60
48.	Anortozitgabbroidă	130	37	22	33	8	0,10	0,55
	XI.grupa hornblendit(femic,bazic, c normal,redus)							
49.	Al-hornblenditică	120	19	61	15	5	-	0,70
50.	Hornblenditică	80	15	60	20	5	-	0,60
51.	Hb-peridotitică	80	10	74	14	2	-	0,70
52.	Diallagitică	90	7	68	23	2	-	0,70
53.	Webbsteritică	95	1	80	18	1	-	0,80
	XII.grupa piroxenit(femic,bazic,alk mare,c mare)							
54.	Si-piroxenitică	125	13	50	30	7	-	0,70
55.	Ariegitică	80	19	49	31	1	-	0,80
56.	Ostraitică	60	18	53	27	2	-	0,60
57.	Issitică	65	14	53	30	3	-	0,50
58.	Jacupirangitică	70	7	56	35	2	-	0,60
59.	Piroxenitică	90	9	59	28	4	-	0,70
60.	Baturitică	80	5	60	30	5	-	0,60
61.	Kosvitică	63	3	66	30,5	0,5	-	0,70
	XIII.grupa ortoaugit peridotitică(femice,bazice)							
62.	Ortoaugitică	95	4	90	5	1	- ridicat	
63.	Peridotitică	60	5	90	4	1	- ridicat	
64.	Peridotitică+minereu	15	6	91	2	1	- scăzut	
	B.MAGME SODICE							
	XIV.grupa granitelor alcaline(salic,alk mare,c mic)							
65.	Alcaligranitaplitică	450	46	6	3	45	0,35	0,15
66.	Alcaligranitică	400	41	15	3	41	0,35	0,20
67.	Albitică	280	43	8	7	42	0,33	0,20
68.	Nordmarkitică	280	41	15	5	39	0,30	0,15
69.	Gibelitică	260	35	21	9	35	0,30	0,15
	XV.grupa evisitică(subfemic,peralcaline,acide,c mic)							
70.	Leucoevisitică	300	30	20	7	43	0,30	0,20
71.	Evisitică groruditic	300	30	20	2	38	0,35	0,10
72.	Evisitpantelleritică	320	23	35	2	40	0,30	0,10
73.	Normalevisitică	320	22,5	42	3	32,5	0,40	0,10
	XVI.grupa foyaitică(salic,subfemic,alk-c,variabile)							
74.	Umptekitică	220	37	18	9	36	0,30	0,25
75.	Foyaitică	180	40	15	5	40	0,30	0,20
76.	Lardalitică	170	35	20	13	32	0,30	0,40
77.	Tahitică	150	32	22	18	28	0,25	0,30
78.	Urtitică	115	41	12	6	41	0,20	0,20
	XVII.grupa lujavritică(subfemic,peralcalin,c mic)							
79.	Tiuguaitică	170	36	15	7	42	0,20	0,15
80.	Urtitingnaitică	100	36	15	7	42	0,20	0,15
81.	Melatingnaitică	160	30	23	7	40	0,15	0,15
82.	Grönlanditică	130	29	23	6	42	0,10	0,10
83.	Lujavritica	160	29	28	5	38	0,20	0,20
84.	Tavitică	130	20	32	8	40	0,10	0,20

Nr.	Chemotip magmă	si	al	fm	c	alk	k	mg
	XVIII.grupa subplagiofoyaitică(salic,alcalin)							
85.	Bostonitică	230	46	12,5	2	39,5	0,30	0,30
86.	Pulaskitică	210	40	18	10	32	0,30	0,30
87.	Essexitică	175	39	18	12	31	0,30	0,30
88.	Moumoutitică	100	36	17	17	30	0,20	0,25
	XIX.grupa essexitdiorit(salic,subfemic)							
89.	Larvikitică	170	37	21	17	25	0,30	0,35
90.	Kasaitică	170	33	23	19	25	0,25	0,35
91.	Rouvilitică	140	37	20	23	20	0,25	0,40
	XX.grupa nantronsienit(izofalic,slab femic,alk mare)							
92.	Si-nantronsienitică	300	35	28	5	32	0,25	0,20
93.	M-nantronsienitică	160	32	28	12	28	0,25	0,30
94.	Moenaitică	210	33	28	14	25	0,30	0,40
95.	Nosicombitică	150	33	28	14	25	0,30	0,40
96.	Melanantronsienitică	140	26,5	39	11,5	23	0,25	0,30
	XXI.grupa ijolit(subalic-subfemic,alcalin,c mare)							
97.	Normalijolitică	100	25	25	25	25	0,25	0,40
98.	Melteigitică	100	20	32,5	30	17,5	0,25	0,40
99.	C-melteigitică	120	17	27	37,5	18,5	0,25	0,30
100.	Turjaitică	70	15	33	41	11	0,25	0,50
101.	Okaitică	55	14	30	49	7	0,15	0,50
102.	Muritică	120	25	25	20	30	0,25	0,25
	XXII.grupa essexit(izofalic,neutre,c normal-mediu)							
103.	Essexitakeritică	175	30	30	20	20	0,30	0,40
104.	Essèxitică	130	30	30	20	20	0,30	0,40
	XXIII.grupa theralit(femic-subalic,alk şi c normal)							
105.	Theralitică	110	21	38	23	18	0,25	0,45
106.	Melatheralitică	85	17,5	47	21	14,5	0,20	0,55
	XXIV.grupa nantrongabbroid(slab femice-femice,sărace în alcalii,c normal-scăzut)							
107.	Behringitică	125	23,5	39	22,5	15	0,25	0,45
108.	Mugearitică	135	24	42	18	16	0,25	0,60
109.	Nantronlamprosienit	135	22	50	13,5	14,5	0,25	0,60
110.	Essexitgabbrodiorit	105	23	43	24	10	0,25	0,45
111.	Essexitgabbroidă	95	20	49	21,5	9,5	0,25	0,50
	XXV.grupa theralitgabbroid(izofalic,subalic-femic, sărace în alcalii,c ridicat)							
112.	Gabbromelteigitică	110	27	31	27	15	0,25	0,40
113.	Theralitgabbroidă	105	24	38	25	13	0,25	0,50
114.	Berondritică	90	20	40	32	8	0,25	0,50
115.	Turjaitgabbroidă	100	24	33	32	11	0,25	0,50
	XXVI.grupa gabbrotheralit(femic,bazic,c ridicat)							
116.	Gabbrotheralitică	100	17	43	27,5	12,5	0,20	0,45
117.	C-gabbrotheralitică	100	15	40	35	10	0,25	0,50
	XXVII.grupa melanantrongabbroid(femic,c normal-mare)							
118.	Alkalijakupirangitică	95	8,5	52	32,5	7	0,30	0,40
119.	Ankaratritică	75	13	52	27	8	0,25	0,60
120.	Vesecitpolzenitică	50	3	54,5	30	6,5	0,30	0,70
121.	Kaulaitică	100	13	55	22	10	0,15	0,60
122.	Modlibovitpolzenitică	50	13	56	23	8	0,20	0,65
123.	Alk-hb.peridotitică	65	8	68,5	16	7,5	0,20	0,80
	XXVIII.grupa alcalipirobol(femic,peralcalin,c variat)							
124.	Lusitanitică	160	19	52	3	26	0,20	0,10
125.	Rockalitică	250	13	50	3	34	0,20	0,10
126.	Alcalimafitică	140	5	60	3	32	0,10	0,10
127.	Nantronhornblenditic	120	2	78	5	15	0,15	0,10
128.	Pinearitică	130	16	29	35	20	0,20	0,25

Scanned with OKEN Scanner

Nr.	Chemotip magmă	si	al	fm	c	alk	k	mg
	XXVIII.grupa alcalipirobol(femic,peralcalin,c variat)							
129.	Salitritică	100	2	38	50	10	0,25	0,60
	C.MAGME POTASICE							
	XXIX.grupa leucosienitgranit(salic,alk mare,c redus)							
130.	Rapakiwitică	350	41	18	9	32	0,45	0,30
131.	Granosienitică	260	39	18	11	32	0,45	0,30
	XXX.grupa juvit(salic,bogate alk,c scăzut)							
132.	Kalinordmarkitică	270	40	15	5	40	0,40	0,25
133.	Leucosienitică	190	39	18	11	32	0,50	0,30
134.	K-gibelitică	260	35	21	9	35	0,40	0,20
135.	Kalifoyaitică	170	39	14	11	36	0,50	0,25
136.	Monzonitsienitică	180	36	23	15	26	0,45	0,35
	XXXI.grupa arkit(subfemic-subalfemic,bogate alk,c mic							
137.	Sviatonositică	190	30	20	24	26	0,40	0,30
138.	Leucosommaitică	160	32,5	21	19	27,5	0,30	0,40
139.	Normalarkitică	100	28	23	22	27	0,40	0,30
140.	Boralauitică	120	27	22	31	20	0,60	0,35
141.	Vesbitică	100	23	18	39,5	19,5	0,80	0,80
	XXXII.grupa sienitgranit(izofal-slab femic,intermediare,slab bazice,alk şi c normal-redus)							
142.	Si-sienitgranitică	330	30	28	16	26	0,40	0,20
143.	Sienitgranitică	250	30	29	13	28	0,50	0,40
144.	Kammgranitică	225	26	39	12	23	0,60	0,60
	XXXIII.grupa sienit(izofal-slab femic,alk bogat)							
145.	Normalsienitică	180	30	30	12,5	27,5	0,50	0,40
146.	Si-kamperitică	185	28	37	12,5	22,5	0,50	0,40
147.	Kamperitică	150	29	37	11,5	22,5	0,60	0,50
	XXXIV.grupa monzonit(izofal slab femic,alk-c,normal)							
148.	Leucomonzonitică	180	37,5	25	17	20,5	0,45	0,40
149.	Si-monzonitică	170	30	30	20	20	0,45	0,45
150.	Monzonitică	140	29	31	21	19	0,50	0,45
151.	Sommaitmonzonitică	140	28	33,5	24,5	14	0,60	0,55
151.	Sommaittenalitică	105	33	33	22	12	0,40	0,40
	XXXV.grupa sommait(subalic,alk mare-int,c normal)							
152.	Melarchitică	150	22	34	22	22	0,60	0,40
153.	Sommaitică	115	24,5	34	24,5	17	0,55	0,50
154.	Sommaitosipitică	125	26	33	27	14	0,55	0,50
	XXXVI.grupa kalidiorit(slab femic-femic,alk mediu)							
155.	Vredeforditică	250	28	42	17,5	12,5	0,50	0,40
156.	Sommaitdioritică	135	23,5	42	23,5	11	0,45	0,45
157.	Monzonitdioritică	135	27	38	21,5	13,5	0,40	0,50
158.	Lamprosommaitică	135	22,5	46,5	18	13	0,50	0,60
	XXXVII.grupa lamproit(femic,bogat alk,peralcalin)							
159.	Lamprosienitică	150	23	46	13	18	0,60	0,60
160.	Wyominglamproitică	165	18	41	14	27	0,85	0,75
161.	Murchialamproitică	140	17	52	13	18	0,60	0,75
162.	Yagoitlamproitică	140	19	41	19	21	0,80	0,70
163.	Jumilitică	110	13	60	14	13	0,70	0,80
164.	Biotitică	70	14	74	1	11	0,80	0,90
	XXXVIII.grupa shonkinit(femic,bazic,bogat alk)							
165.	Yagoitică	145	22	40	20	18	0,50	0,55
166.	Shonkinitică	100	17,5	47,5	23	12	0,55	0,65
	XXXIX.grupa melashonkinit(femic,alk int.mare,c n.)							
167.	Kajauitică	90	13	55	23	9	0,50	0,70
168.	Kalihornblenditică	100	14	60	17	9	0,40	0,80

Nr.	Chemotip magmă	si	al	fm	c	alk	k	mg
	XL.grupa missourit-alnöitic(femic,alk ridicat,c mare)							
169.	Shonkinitmissouritic	110	18	34	34	14	0,60	0,55
170.	N-missouritică	95	14,5	44	31,5	10	0,60	0,60
171.	Antsohitică	105	19	42	30	9	0,60	0,55
172.	Kalipolzenitică	80	12,5	47	34	6,5	0,60	0,60
173.	Piroxenolitică	80	13	40	43	4	0,60	0,60
174.	Alnöitică	50	10	43	40	7	0,60	0,60

V.2.c. Compoziţia normativă Niggli

In ultimele decenii Niggli se apropie mai mult de clasificarea rocilor pe baze mineralogice. Introduce noţiunea de valoare echivalentă de formulă minerală, prin care se înţeleg formule de minerale în care numărul cationilor este egal. De exemplu, dacă notăm în forma dualistă formula nefelinului $2(NaAlSiO_4)=Na_2O.Al_2O_3.2SiO_2$ atunci numărul cationilor este 2Na+2Al+2Si=6.

Formula forsteritului o putem scrie $4MgO.2SiO_2$ fiindcă în acest caz numărul cationilor va fi egal cu 4Mg+2Si = 6.

Niggli, pe baza formulelor echivalente, alege unitatea când cuarţul este dat ca SiO_2, iar nefelinul ca $1/3NaAlSiO_4$ pentru ca suma cationilor să fie egală cu 1. Greutatea moleculară a cuarţului este deci 60/1 = 28+(2x16); a nefelinului 47,4=1/3(23+27+28+4x16).

La acest sistem se iau în considerare combinaţii de bază, prezentate în tabelul VII, în care sunt redate formulele, simbolurile şi greutăţile echivalente ale acestora

Tabelul VII

Combinaţii de bază, după Niggli(1936)

Denumirea	Formula	Simbol	Gr.echivalentă
Kaliofilit	$KAlSiO_4$	Kp	52,7
Nefelin	$NaAlSiO_4$	Ne	47,4
Aluminat de calciu	$CaAlAlO_4$	Cal	52,7
Spinel	$MgAlAlO_4$	Sp	47,4
Hersinit	$FeAlAlO_4$	Hz	57,9
Silicat de potasiu	$KKSiO_3$	Ks	51,4
Silicat de sodiu	$NaNaSiO_3$	Ns	40,7
Ortosilicat de calciu	$CaCaSiO_4$	Cs	57,4
Forsterit	$MgMgSiO_4$	Fo	46,9
Fayalit	$FeFeSiO_4$	Fa	67,9
Cromit	$FeCrCrO_4$	Cm	74,6
Halit	NaCl	Hl	116,9

Denumirea	Formula	Simbol	Gr.echivalentă
Corindon	$AlAlO_3$	C	51,1
Hematit	$FeFeO_3$	Hm	79,8
Zircon	$ZrSiO_4$	Z	91,6
Cuarţ	SiO_2	Q	60,1
Rutil	TiO_2	Ru	79,9
Pirit	FeS_2	Pr	120,0
Fluorit	CaF_2	Ft	78,1
Fosfat de calciu	$Ca_3P_2O_8$	Cp	62,1
Calcit	$CaCO_3$	Cc	100,0
Anhidrit	$CaSO_4$	A	68,1
Thenardit	Na_2SO_4	Th	47,3
Carbonat de sodiu	Na_2CO_3	Nc	53,0
Silicat feric	Fe_2SiO_5	Fs	73,2

In acest sistem se obţin proporţiile atomice.Astfel,se înmulţesc cu 2 proporţiile moleculare de Al_2O_3,Fe_2O_3,Na_2O,K_2O,P_2O_5 pentru a obţine NUMERELE ATOMICE ale Al,Fe^{3+},Na,K şi P.Proporţiile moleculare ale SiO_2,FeO,MnO,MgO,CaO şi TiO_2 sunt egale cu cele atomice.In cazul unor cantităţi reduse de P_2O_5,Cl,F şi S ele nu se iau în calcul.Dacă apar în cantităţi mai ridicate,atunci putem forma din ele combinaţii de bază:Cp(fosfat de calciu),Hl(halit), Pr(pirit) etc.

FORMAREA COMBINATIILOR PRINCIPALE DE BAZA

1) xK + xAl + xSi = 3xKp(Kaliofilit)

a)dacă rămâne un exces de yK(K>Al) atunci calculăm:

yK+y/2 Si = 3/2 y Ks(silicat de K)

b)dacă Al> K calculăm:

2) xNa + x Al + x Si = 3x Ne (nefelin)

a) dacă Na> Al,atunci excesul îl combinăm astfel:

yNa+y/2Si = 3/2yNa(silicat de Na)

b)dacă,Al este în exces,atunci calculăm:

3)x/2Ca + xAl = 3/2 Cal(aluminat de calciu)

a) dacă Ca rămâne în exces,atunci:

yCa + y/2Si = 3/2yCs(ortosilicat de Ca)

b) dacă,însă Al este în exces faţă de Ca atunci:

y/2Mg+yAl = 3/2ySp (spinel)

c)dacă rămâne un exces de Al,se calculează:

x/2 Fe + x Al = 3/2x Hs (hercinit)

d) şi dacă mai rămâne un rest de aluminiu,combinăm:

v Al = v C (corindon)

4) Fe^{3+} trebuie considerat ca un silicat de Fe ipotetic (Fe_2SiO_5): $xFe^{3+}+x/2$ Si =3/2x Fs(silicat de Fe)

5) dacă după combinarea aluminiului mai rămâne Mg şi Fe,atunci se calculează următoarele valori:

x Mg + x/2 Si = 3/2x Fo(forsterit),respectiv

x Fe + x/2 Si = 3/2x Fa(fayalit)

6) TiO_2 se calculează ca Ru (rutil)

7) surplusul de SiO_2 ne va da valoarea Q (cuarţ).

Din combinaţiile de bază se pot forma prin ecuaţii simple alte tipuri de combinaţii ale mineralelor petrogene:

Ortoclaz	Or	5Or = 3 Kp + 2 Q
Albit	Ab	5Ab = 3 Ne + 2 Q
Anortit	An	5An = 3 Cal + 2 Q
Leucit	Lc	4Lc = 3 Kp + 1 Q
Enstatit	En	4En = 3 Fo + 1 Q
Fe-hipersten	Hy	4Hy = 3 Fa + 1 Q
Wollastonit	Wo	4Wo = 3 Cs + 1 Q
Tschermackit	Ts	4Ts = 3 Cal + 1 Q
Egirin-I (acmit)	Ac	8Ac = 3 Ns +2 Hm + 3 Q
Egirin-II	Ac	8Ac = 3 Ns +3 Fs + 2 Q
Jadeit	Jd	4Jd = 3 Ne + 1 Q
Titanit	Tit	3Tit= 1 En + 2 Wo
Cordierit	Cord	11Cord=6 Sp + 5 Q
Magnetit	Mt	11Mt+1/2Q = 1 Fs + 1/2 Fa

După calcularea combinaţiilor de bază,ele vor fi regrupate în trei grupe:

- suma grupei cuarţului = Q ;
- suma grupei feldspaţi şi feldspatoizi = L ;
- suma grupei olivin şi augit = M .

Q = Q ; L = Kp+Ne+Cal şi M = Fo + Fa + Fs + Cs + En ;

In cazul când avem şi Ks,Ns sau Sp,Hs- acestea le dăm separat însă la reprezentare le introducem în grupa lui " M ".

Valori importante mai sunt:

$$\Psi = \frac{Cal}{Ne + Kp + Cal} \quad ; \quad \gamma = \frac{Cs}{Cs+Fo+Fa+Fs} \quad ; \quad \rho = \frac{Fo}{Cs+Fo+Fa+Fs}$$

k şi mg(parametrii de bază) pot fi calculaţi şi din valorile de bază: k = Kp+Ks/(Kp+Ks+Ne+Ns); mg = (Fo+Sp)/(Fo+Sp+Fa+Hs+Fs).

Locul diferitor roci în diagrama QLM este prezentat în fig. 9,iar a mineralelor:piroxeni(P),feldspaţi(F),leucit (L) în fig.10.

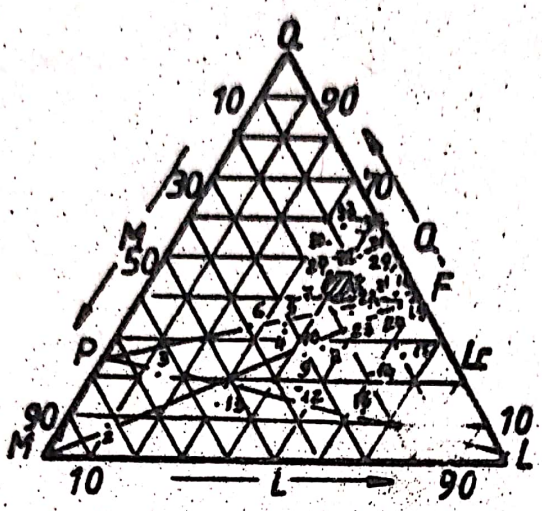


Fig.9.Diagrama Q L M şi poziţia principalelor tipuri petrochimice de roci (Niggli,1936).
Q-cuarţ liber ; M-componente mafice(melanocrate) ; - componente salice (leucocrate) ; P-piroxeni ; F - feldspaţi ; Lc - leucit ; 1-dunit ; 2-peridotit ; 3-diallagit ; 4-gabbro 5-bazalt ; 6-bazalt de platou ;7-diorit ; 8-essexit ; 9-trahidolerit ;10-monzonit; 11-sienit;12-theralit ;13-limburgit; 14-sienit nefelinic ;15-fonolit ;16-ijolit ; 17-urtit ; 18-sienit alcalin ;19-trahit alcalin;20-trahit alcalin; 21-trahit;22-sienit alcalin ;23-trahiandezit ;24-27 diorit cuarţifer şi dacit ;28-granodiorit ;29-granit ;30-riolit alcalin ;31-granit alcalin ;32-trandhjemit ; 33-riolit.

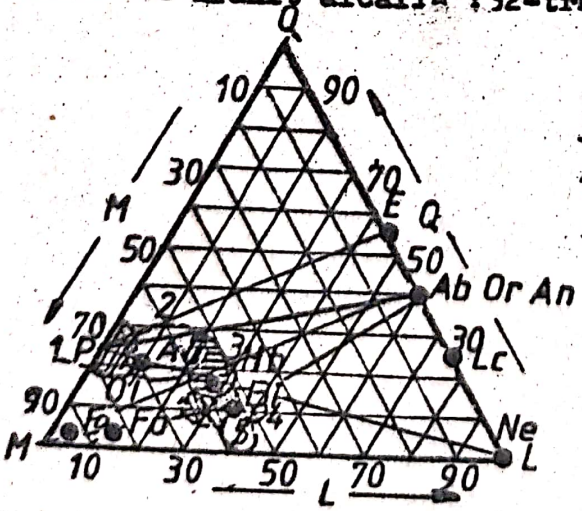


Fig.10.Locul mineralelor silicatice,în diagrama Q L M P (piroxeni); F (feldspaţi); Bi (biotit);Au (augit) Ol (olivine) ; Hb (hornblendă) ; Ne (nefelin).

In acelaşi scop se utilizează şi valorile bazei Niggli pentru proiecţia ternară(fig.10-1)Kp-Ne-Cal;(fig.10-2) Fo-Fa+Fs-Cs.In fig.10a sunt prezentate câmpurile gabbrourilor cu hornblendă.

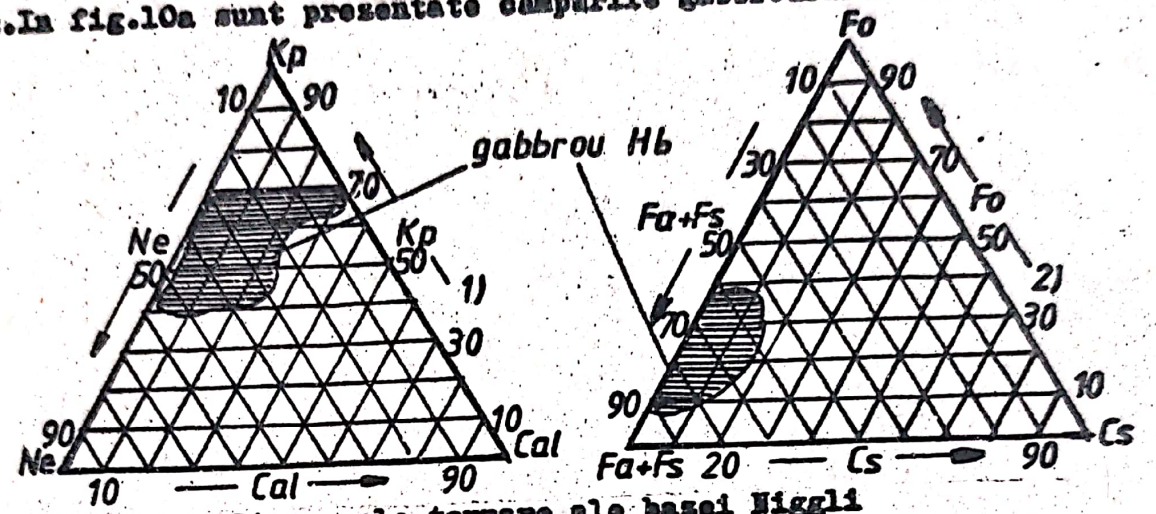


Fig.10a.Diagramele ternare ale bazei Niggli Kp-Ne-Cal 1) şi Fo - (Fa+Fs) - Cs 2).

In funcţie de chimism şi intensitatea proceselor metamorfice se calculează următoarele norme: kata, mezo şi epi (tab.VIII)

Katanorma.Variantă a metodei normative moleculare Niggli utilizată la interpretarea compoziţiei chimice a rocilor metamorfice,formate în condiţiile de adâncime ale Terrei.Foloseşte formulele mineralelor în vederea determinării unei compoziţii normative cât mai apropiată de compoziţia mineralogică reală.

Mezonorma.Variantă a metodei normative Niggli folosită la interpretarea chimismului rocilor metamorfice,formate în condiţiile de adâncime medie.

Aici se încadrează şi modul de calcul introdus de Barth, pentru determinarea compoziţiei chimice a rocilor faciesului amfibolitic şi stabilirea pe baza compoziţiei normative,a apartenenţei petrochimice a acestora,la una din următoarele asociaţii mineralogice:

1.Or-An-Bi-Sp asociaţia tipică gnaiselor şi granitelor;
2.Or-An-Bi-Hb asociaţia tipică gnaiselor amfibolice ;
3.An-Bi-Hb-Hy asociaţie caracteristică amfiboliteler ;
4.An-Bi-Sp-Hy asociaţie tipică şisturilor gabbroice ;
5.Or-An-Di-Hb asociaţia tipică amfiboliteler de skarn ;

Epinorma.Variantă a metodei normative moleculare Niggli utilizată la interpretarea compoziţiei chimice a rocilor metamorfice,în zona de adâncime redusă a crustei terestre.

Mod de calcul propus de Barth, în determinarea compoziției chimice a rocilor metamorfismului regional, în zona de mică adâncime ale faciesului șisturilor verzi, cu formarea următoarelor minerale caracteristice: clorit, zoisit, muscovit, dolomit și calcit.

Tabelul VIII

Mineralele normative, în normele Niggli

Minerale normative	KATANORMA	Minerale normative	MEZONORMA	Minerale normative	EPINORMA
Ortoclas(Or)	44,1	Biotit(Bi)	43,1	Muscovit	61,8
Albit (Ab)	5,6	Muscovit(Ms)	24,1	Albit(Ab)	5,7
Anortit (An)	3,0	Albit (Ab)	5,6	Zoizit(Zo)	2,4
Cordierit(Crd)	2,4	Anortit(An)	3,0	Clorit(Chl)	2,6
Spinel(Sp)	27,2	Cianit (Cy)	4,6	Serpentin	13,1
Forsterit(Fo) Ol	10,0	Staurolit(St)	15,8	Dolomit(Dol)	10,5
Fayalit(Fa)	3,4				
Magnetit(Mt)	4,3	Magnetit(Mt)	4,3	Hematit(Hm)	2,9
Total	100,0		100,5		100,0

Din analiza acestui tabel, se constată variații mari între numărul mineralelor normative: (8)-kata; (7)-meso și (7)-epinormă caracterul și proporția Ab și An din plagioclaz: Ab(5,6%), An(3,0%) -în cazul katanormei; Ab(5,6%). An(3%)-mezonormei și Ab(5,7%)-epinormei; mineralul dominant: ortoclaz(44,1%) în katanormă; biotit (43,1%) în mezonormă și muscovit(61,8%) în epinormă; minerale cu frecvența cuprinsă între 10 și 25% : olivine(13,4), spinel(27,2) în cadrul katazonei; staurolit(15,8), muscovit(24,1) în mezonormă; dolomit(10,5) și serpentine(13,1) în cazul epinormei. Magnetitul constant în kata și mezonormă(4,3%) este înlocuit cu hematit(2,9%) în condițiile epinormei.

Pe diagramele QLM(fig.9 și 10) dreapta PF este linia de saturație care separă asociațiile mineralogice cu cuarț, de cele lipsite de SiO_2. Pentru această dreaptă este valabilă formula 3Q-2L/M= 1, ce reprezintă coeficientul de saturație α=(3Q - 2L) : M.

Valoarea lui α este zero pe linia MP, NEGATIVA în triunghiul MFL și POZITIVA în triunghiul PQF. Pentru cele două grupe de mine-

ralu normative,L şi M se pot întocmi şi diagrame ternare separate: Kp-Ne-Cal(L) şi Fe-(Fa+Fs)-Cs (M) pe care se menţionează şi unii parametrii suplimentari: π, γ, μ, ω şi k'= Kp/(Kp+Ne).Conţinutul magnei în apă se exprimă prin $\omega = Fe^{3+}/(Fe^{3+}+Fe^{2+})$ sau prin Fs/(Fa+Fs).In cazul rocilor alcaline se construiesc diagrame binare π- k'.

cl.Modul de calcul la un granit(tab.IX)

1.Procentele de masă,% se transformă în proporţii atomice;

2.Proporţiile atomice se grupează în molecule astfel:

1) 1 P + 1,5 Ca = 2,5 Cp;

2) 88 K + 88 Al + 88 Si = 264 Kp;

3) 112 Na + 112 Na + 112 Si = 336 Ne;

4) deoarece avem suficient Al pentru a bloca Ca,restul de calciu rămas după formarea lui Cp şi egal cu 34,5,se combină cu Al în Cal:

34,5 Ca + 2.34,5 Al = 103,5 Cal

5)cantitatea rămasă de Al=284-(88+112+69)=15 se combină cu Mg în Sp după relaţia:

15 Al +1/2.15 Mg^{2+} = 22,5 Sp ;

6)deoarece nu se poate calcula Ks şi Ns,întreaga cantitate de Fe^{3+},se transformă în magnetit:

20 Fe^{3+}+1/2.20 Fe^{2+} = 3/2.20 Mt = 30 Mt ;

7)cantitatea de Mg rămasă după formarea Sp.Mg=22 - 7,5= 14,5 se transformă în Fo după relaţia:

14,5Mg+1/2.14,5Si=3/2.14,5 Fo = 21,8 Fo ;

8)cantitatea de Fe^{2+},ce rămâne după formarea Mt şi egală cu 17 (27 -10 = 17) se transformă în Fa:

17 Fe^{2+}+1/2.17 Si = 3/2.17Fa = 25 Fa ;

9)cantitatea de Ti,egală cu 5,o considerăm Ru ;

10)cantitatea de Si rămasă,egală cu 953,7(1169-88-112- - 7,3 - 8 =1169-215,3=953,7) se transformă în 954Q.

3.Se totalizează proporţiile atomice şi mineralele normative.In ambele cazuri suma este egală cu 1764.

4.Se recalculează mineralele normative în procente,raportate la totalul de 1764.

5.Compoziţia mineralogică a rocii se obţine după saturarea moleculelor iniţiale cu cele de SiO_2(Q) astfel:

1)5,8Cal+2/3.5,8Q =5/3.5,8An=9,7An ;

2)14,9Kp+2/3.14,9Q=5/3.14,9Or = 24,8 Or ;

3)19Ne+2/3.19Q=5/2.19Ab = 32Ab;
4)1,2Sp+5/6.1,2Q=11/6.1,2Cord=2,2Cord;
5)1,4Fa+1/3.1,4Q=4/3.1,4Hy=1,9Hy;
6)1,1Fe+1/3.1,1Q=4/3.1,1En=1,5En ;
7) 0,3Ti = 0,3 Ru ;

6.Determinăm excesul de Q=54-(3,9+9,9+13+14+0,5+0,4=28,7)= 25,3.

Tabelul IX

Compoziția normativă la un granit(Niggli,1936)

Oxidul	%	pr.at.	Molecule normative									
			Cp	Kp	Ne	Cal	Sp	Mt	Fe	Fa	Ru	Q
SiO_2	70,18	1169		88	112				7,3	8		953,7
TiO_2	0,39	5									5	
Al_2O_3	14,47	284		88	112	69	15					
Fe_2O_3	1,57	20						20				
FeO	1,78	25						10		17		
MnO	0,12	2										
MgO	0,88	22					7,5		14,5			
CaO	1,99	36	1,5			34,5						
Na_2O	3,48	112			112							
K_2O	4,11	88		88								
H_2O	0,84	-										
P_2O_5	0,19	1	1									
Total		1764	2,5	264	336	103,5	22,5	30	21,8	25	5	953,7
Recalculat %		100	0,1	14,9	19	5,8	1,2	1,7	1,1	1,4	0,3	54

Grupe pentru proiecție L = 40 ; M = 6 ; Q = 54 ;

Varianta CORDIERITICA

Cp	Or	Ab	An	Cord	Mt	Ru	Hy	Ru	Q
0,1	24,8	32	9,7	2,2	1,7	1,5	1,9	0,3	25

Varianta micacee

Cp	Or	Ab	An	Ms	Mt	Bi	Ru	Q
0,1	12	32	9,7	2,8	1,7	7,2	0,3	22,4

c2.Modul de calcul la un monchiquit(tab.X)

1.Procentele oxizilor se transformă în proporții atomice.

2.Se formează componentele"accesorii" Cc și Cp:

1) 87 CO_2 + 87 Ca = 87 Cc;
2) 6 P + 1,5 Ca = 15 Cp ;

3.Moleculele principale se determină astfel:

1) 34 K + 34 Al + 34 Si = 102 Kp ;

2) 86 Na +86 Al + 86 Si = 258 Ne ;

3) restul de Al=286-(34+86+120) = 166 se utilizează la formarea Cal: 166 Al + 83 Ca = 249 Cal;

4) restul de Ca=245 -(87+9+83+179)=66 se transformă în Cs : 66 Ca + 33 Si = 99 Cs ;

5) întreaga cantitate de Fe^{3+} se introduce în relaţia 40 Fe^{3+} + 20 Fe^{2+} = 60 Mt obţinându-se magnetit;

6)tot Mg se transformă în Fo:182Mg+91Si=273 Fo;

7)cantitatea rămasă de Fe^{2+},egală cu 103-20=83 şi întreaga cantitate de Mn se introduc în Fa

Fa: 87(Fe^{2+} + Mn)+ 43 Q =130 Fa;

8) 23 Ti = 23 Ru ;

9)restul de Si după formarea moleculelor anterioare, egal cu 696-(34+80+33+91+43) = 409 se transformă în Q.

4.Totalizăm proporţiile atomice,cu excepţia CO_2 şi a moleculelor normative,sumele sunt egale cu 1705.

5.Moleculele normative se calculează în procente,% plecând de la faptul că totalul este de 1705.

6.Moleculele iniţiale se recalculează în varianta"feldspat-olivinică"

1)Cal se transformă în An:14 Cal + 9 Q = 23 An ;

2) 6Cs + 2 Q = 8 Wo ;

3) 6Kp + 4 Q = 10 Or ;

4) proporţia de Ab se recalculează,plecând de la restul de Q: 14 Ne + 9 Q = 23 Ab ;

5)celelalte molecule formate se menţin nemodificate: 1 Ne,16 Fo,7 Fa şi 1 Ru.

Roca după această variantă este alcătuită din:10%ortoclas, 1% nefelin,23% albit,23%anortit(46% plagioclaz nr.50-labrador), 8% wollastonit;16%forsterit,7%fayalit(23%olivine cu nr.30-crisolit),4%magnetit,5% calcit şi 1% apatit.

Proiectarea punctului figurativ în câmpul PFM ne permite să realizăm calculele în varianta"piroxenică",pentru înlocuirea Wo, interzis în rocile magmatice,este necesară transformarea Fo şi Fa în En şi Hy.Cantitatea de Q necesară acestor transformări se realizează prin transformarea An în Ts.Se obţine o cantitate Q suficientă transformării a 4,5Fo în 6 En şi 1,5 Fa în 2 Hy.Astfel

cantitatea de Q eliberată permite transformarea 8 Wo în 16 Di. După cum precizează calculele:4,5 Fo + 1,5 Q = 6 En şi 1,5 Fa+ 0,5 Q = 2 Hy,operaţiunea necesită 2 Q.

Cantitatea rămasă Q,egală cu 16 ne permite transformarea a totalului de 15 Ne în 25 Ab şi recalcularea Cal în An.Inlocuirea completă a Cal cu Ts generează un exces de 1,3 Q.Utilizarea acestuia se realizează prin transformarea a 5,2 Ts în An:5,2 Ts+ 1,3 Q = 6,5 An.Calculul se poate baza pe următoarele relaţii: 14 Cal + 4.7 Q =18,7 Ts; 6Cs + 2 Q = 8 Wo ;6 Kp+4 Q = 10 Or; 4,5 Fo + 1,5 Q = 6 En ;1,5 Fa + 0,5 Q = 2 Hy;15 Ne+10 Q= 25 Ab; necesarul de Q=22,7;rămâne un rest Q = 24 - 22,7 = 1,3.

Tabelul X

Compoziţia normativă a unui monchiquit(Niggli,1936)

Oxidul	%	pr.at.	Molecule normative(iniţiale)										
			Cc	Cp	Kp	Ne	Cal	Cs	Mt	Fo	Fa	Ru	Q
SiO_2	41,84	696			34	86		33		91	43		409
TiO_2	1,83	23										23	
Al_2O_3	14,55	286			34	86	166						
Fe_2O_3	3,24	40							40				
FeO	7,42	103							20		87		
MnO	0,25	4											
MgO	7,36	182								182			
CaO	13,76	245	87	9			83	66					
Na_2O	2,63	86				86							
K_2O	1,62	34			34								
CO_2	3,84	87	87										
P_2O_5	0,38	6		6									
Total		1705	87	15	102	258	249	99	60	273	130	23	409
Recalculat %		100	5	1	6	15	14	6	4	16	7	1	24

Varianta feldspatică-olivinică

Cc	Cp	Or	Ne	Ab	An	Wo	Mt	Fo	Fa	Ru
5	1	10	1	23	23	8	4	16	17	1

Varianta piroxenică

5 1 10 4 18 18Ts 8 4 22En 10Hy 1

Grupele pentru proiecţie în QLM:L=41;M=29 şi Q=30(24Q+5Cc+1Cp).

Utilizarea Q rămas se realizează prin transformarea unei cantităţi de Ts în An astfel:1,3Q+5,2Cal=6,5An.Vom utiliza două

în locul relaţiei 14 Cal + 4,7 Q = 18,7 Ts alte două ecuaţii:

1) 10,1 Cal + 3,4 Q = 13,5 Ts

2) 3,9 Cal + 2,6 Q = 6,5 An.

Prin această variantă monchiquitul va fi alcătuit din următoa_rele minerale:10% ortoclaz,25%albit,6,5%anortit(31,5% plagioclaz nr.26-oligoclaz),16%diopsid,13,5% molecule Tschermak(29,5% piroxen),11,5%fosterit,5,5%fayalit(17% olivine nr.32-hialosiderit) 4% magnetit,1% apatit şi 5% calcit.

Este posibilă şi o variantă cu excluderea totală a olivinelor.Stabilirea compoziţiei mineralogice în acest caz,se bazează pe transformarea Fo şi Fa în En şi Hy.1) 14 Cal + 4,7 Q = 18,7 Ts; 2) 6 Kp + 4 Q =10 Or ;3) 6 Cs + 2 Q =8 Ne ;4) 16 Fo + 5,3 Q=21,3En 5) 7 Fa + 2,7 Q =9,7 Hy ; se obţine o cantitate Q=18,7.Restul de cuarţ Q = 24 - 18,7 =5,3; este insuficient transformării integrale a Ne în Ab.In acest caz o parte de Ne se transformă în Jd (3 Ne+ + 1 Q = 4 Jd) şi atunci:0,9 Ne + 0,6 Q = 1,5 Ab şi 14,1 Ne+4,7 Q= 18,8 Jd.După această variantă roca este alcătuită din:10%ortoclaz, 1,5%albit,16% diopsid,15,3% enstatit,7,7% hipersten,18,8% jadeit, 18,7% molecule Tschermak(76,5% pirexeni),4% magnetit,1% apatit,5% calcit şi 1% rutil.Ultima variantă se apropie cel mai mult de compoziţia lamprofirului(monchiquit).

V.2.d.<u>Transformarea parametrilor Niggli în caracteristicile Zavariţki</u>.

Pentru a utiliza datele petrochimice din literatura străină unde se foloseşte curent metoda Niggli s-au | elaborat metode rapide de | transformare a parametrilor Niggli în caracteristicile Zavariţki.

Pentru rocile seriei normale(CA) a:c:b:s=2alk:(al-alk): :(fm + c - (al-alk) : si ; f´:m´:c´= fm(1-mg):fm.mg: c-(al-alk) ; n = 100(1-k).

Pentru rocile suprasaturate în alyminã:a:c:b:s =2alk:c : : fm + 2(al-alk)-2c : si ;a´:f´: m´= (al-alk)-c ;fm(1-mg): fm.mg.

Pentru rocile suprasaturate în alcalii,calculele sunt puţin mai diferite a:c:b:s= 2al:2(alk-al): fm+c-2(alk-al) : si ;f´m´:c´ = fm -2(alk-al) .(1-mg): fm - 2(alk-al) .mg:c.

V.3.Metoda Zavariţki

Pentru interpretarea rezultatelor analizelor chimice ale rocilor magmatice Zavariţki(1935) concepe o metodă proprie,plecând de la faptul că în structura silicaţilor participă atomi sau ioni şi nu molecule.Înlocuieşte în sistemul de calcul proporţiile moleculare prin cele ATOMICE.Astfel,la un conţinut de 20% Al_2O_3- obţinem o proporţie moleculară de 20:101,94 =0,196 x 1000=196; proporţia atomică va fi de 196x2(Al_2)=392.Procedează în mod similar şi la Fe_2O_3-proporţia moleculară 15% Fe_2O_3 =15/159,68 =94 proporţia atomică va fi 15/159,68 x 1000 x 2 = 188.In acelaşi mod procedează şi în cazul Na_2O ; K_2O ;P_2O_5 şi H_2O(proporţiile moleculare se dublează).In celelalte situaţii SiO_2,TiO_2,FeO,MnO, MgO,CaO,BaO,SrO proporţiile moleculare sunt egale cu cele atomice. Porneşte de la parametrii Osann: A,C,F şi S pe care-i uneşte într-o grupă unică legată de compoziţia chimică a rocii,înlocuid simbolul F(Osann) prin B.Grupele obţinute sunt calculate în procente % şi notate cu literele: a:c:b:s- ele reprezintă"caracteristicile numerice", putând fi reprezentate în spaţiu(tetraedru)

V.3.a.Modul de calcul ale caracteristicilor Zavariţki

1.Procentele de masă ale oxizilor se transformă în proporţii ATOMICE.Pentru aceasta conţinutul procentual al fiecărui oxid se împarte la greutatea lui moleculară.Pentru oxizii,în care cantitatea atomilor oxidaţi este egală cu 2(Al_2O_3,Fe_2O_3,Na_2O şi K_2O),procentele oxizilor se împart la 1/2 din greutatea moleculară(Al_2O_3=101,94:2=50,97;Fe_2O_3=159,68:2=79,84;Na_2O=61,994:2=30,9 K_2O=47,1; P_2O_5=71,02 şi H_2O=18,016:2=9,008).Rezultatele se calculează cu trei zecimale.Valorile se multiplică de 1000 ori pentru a scăpa de zecimale-obţinându-se PROPORTIILE ATOMICE ale elementelor(Si,Ti,Al,Fe^{3+},Fe^{2+},Mn,Mg,Ca,Na,K,H,P,C).

2.Funcţie de relaţiile dintre atomii de Al,Ca şi alcalii se realizează încadrarea rocii în una din cele patru serii:roci NORMALE(CA) 2Ca+Na+K > Al > Na+ K;SUPRASATURATE în ALUMINA Al>K+Na+2Ca şi SUPRASATURATE şi INTENS SUPRASATURATE în ALCALII K + Na > Al.

3.Se calculează grupa S,adunând atomii de siliciu şi titan

$$S = Si + Ti .$$

4.Stabilim grupa A.Calculul se desfăşoară diferenţiat în funcţie de chimismul rocii:

1)în cazul rocilor seriei NORMALE: A = K + Na ;

2)în rocile ultraaluminoase A = K + Na ;

3) în rocile suprasaturate în alcalii: A = Al.

5.Se calculează grupa C(sau $\bar{C}$):

1)în cazul rocilor seriei NORMALE:C=1/2 [Al-(Na+K)];

2)în rocile ultraaluminoase: C=Ca;

3)în cazul rocilor suprasaturate în alcalii,C lipseşte,caracteristica fiind înlocuită cu $\bar{C}$:

$\bar{C}$ = (Na+K) - Al ;

4)în rocile ultraalcaline:(Na+K)-Al > Fe′:

$\bar{C}$ = Fe′.

6.Calculăm grupa B:

1)pentru rocile seriei NORMALE: $Fe^{3+}+Fe^{2+}+Mn^{2+}=Fe'$.

Ca-C = Ca′; B = Fe′+Ca′+ Mg;

2)pentru rocile suprasaturate în aluminã:

$Fe^{3+}+Fe^{2+}+Mn^{2+}$ = Fe′ ;

Al - [2Ca + Na + K] = Al′;

B = Fe′+ Al′+ Mg ;

3)pentru rocile suprasaturate în alcalii:

Fe′′= Fe′- $\bar{C}$; B = Fe" + Ca + Mg ;

4)pentru rocile ultraalcaline:

Na′= [(K+Na)-Al] - $\bar{C}$; B = Ca + Mg+Na′.

7.Determinăm mărimile S,A,B şi C($\bar{C}$) şi le adunăm:

S + A + B +C (sau $\bar{C}$) = N

Suma obţinută se recalculează la 100 şi toate caracteristicile se recalculează în procente:

a) S/N.100 = s ; b) A/N.100=a ; c) B/N.100 = b ;

d) C sau $\bar{C}$/N.100 = c sau $\bar{c}$.

Se obţin astfel patru caracteristici principale:

s , a , b , c sau $\bar{c}$.

8.Pornind de la valorile caracteristicilor principale,se calculează mărimea Q :

1)pentru rocile seriilor NORMALA şi SUPRASATURATA în ALUMINA: Q = s - (3a + 2c + b);

2)pentru rocile seriei ALCALINE:

Q = s - (3a + 2$\bar{c}$ + b).

9.In scopul clasificării rocilor este utilă calcularea raportului a : c, astfel:

1)pentru rocile NORMALE şi SUPRASATURATE în ALUMINA a:c, caracterizează <u>compoziţia plagioclasului</u>(dacă valoarea "a" este suficient de mare):

2) pentru rocile seriilor alcaline mărimea a:c caracterizează relaţiile dintre atomii elementelor alcaline din alumosilicaţi şi cantitatea elementelor similare din fracţiunea colorată (melanocrată sau mafică).

10.Caracteristicile suplimentare,detaliază mărimea B şi se obţin astfel:

1)pentru rocile NORMALE:

$c' = Ca'/B.100$; $m' = Mg/B.100$; $f' = Fe'/B.100$;

$c' + m' + f' = 100$;

2)pentru rocile suprasaturate în ALUMINA

$a' = Al'/B.100$; $m' = Mg/B.100$; $f' = Fe'/B.100$;

$a' + m' + f' = 100$;

3)pentru rocile suprasaturate în ALCALII:

$c' = Ca/B.100$; $m' = Mg/B.100$; $f' = (Fe' - \bar{C})/B.100$;

$c' + m' + f' = 100$;

4)pentru rocile ultraalcaline:

$c' = Ca/B.100$; $m' = Mg/B.100$; $n' = Na'/B.100$;

$c' + m' + n' = 100$;

11.Caracteristica suplimentară n ,precizează mărimea A şi se calculeasă astfel:

1)pentru rocile seriilor NORMALA si ULTRAALUMINOASE

$n = Na/A.100$;

2)pentru rocile,SUPRASATURATE in ALCALII:

$n = (Al - K)/A.100$;

în acest caz în mărimea A va intra întreaga cantitate de potasiu şi o mică parte de sodiu,egală cu Al-K.

12.Caracteristica suplimentară,ce detaliază mărimea S se obţine astfel: $t = Ti/S.100$.

13.Caracteristica suplimentară caracterizează participarea Fe^{3+} la mărimea B:

1)pentru rocile NORMALE şi SUPRASATURATE în ALUMINA:

$\varphi = Fe^{3+}/B .100$;

2)pentru rocile suprasaturate în ALCALII:

$\varphi = (Fe^{3+} - \bar{C})/B . 100$;

dacă diferenţa $Fe^{3+} - \bar{C}$ este negativă.atunci $\varphi = 0$.

In funcţie de caracteristicile numerice,Zavariţki separă următoarele patru clase sau serii petrochimice:

1.roci de compoziţie calcoalcalină-NORMALE:

a ; c; b; s ; f'; m'; c'; n , t , φ ;

2.roci suprasaturate în ALUMINA:

a ; c ; b ; s ; a' ; f' m' ; n , t , φ ;

3.roci suprasaturate în ALCALII:

a ; c̄ ; b ; s ; f' ; m' ; c' ; n , t , φ ;

4.roci ULTRAALCALINE:

a ; c̄ ; b ; s ; n' ; m' ; c' ; n , t , φ .

Menţionăm că parametrii principali sunt numere concrete(numărul atomilor) iar cei suplimentari numere abstracte(raportul lor

Zavariţki prin parametrii calculaţi caută să evidenţieze trăsăturile mineralogice importante ale rocilor(cuarţ,feldspaţi alcalini,feldspaţi plagioclazi,minerale melanocrate(mafice).

V.3.b.Proiectarea caracteristicilor Zavariţki

1.Pentru comoditate se proiectează caracteristicile principale pe hârtie milimetrică luând valoarea de 1% egală cu 10 mm.Parametrii suplimentari se iau la o scară de 10 ori mai mică 1%-1mm

2.Din originea diagramei S,a se proiectează pe orizontală, spre DREAPTA,iar b pe verticală.Punctul obţinut se numeşte"drept" Punctul "stâng" se obţine proiectând parametrul c spre stânga pe orizontală,iar parametrul b,pe verticală.In cazul existenţei lui c̄,el se proiectează în dreapta diagramei ca şi a.

Construcţia permite încadrarea rapidă a rocii în seria normală sau suprasaturată în alumină(punctele figurative se dispun pe ambele laturi ale dreptei SB),în cazul rocilor suprasaturate în alcalii(punctele se aliniază în dreapta liniei sb).

3.Reprezentarea caracteristicilor suplimentare se face sub forma unor vectori.Punctul figurativ drept permite proiectarea parametrilor c',m' şi f'.In cazul rocilor normale parametrul c'se proiectează(la o scară de 10 ori mai mică(1%-1 mm) spre dreapta iar m'în jos.Punctul obţinut se uneşte cu punctul obţinut la pct. 2 a-dreapta şi b- vertical(punctul f').După înclinarea vectorului urmărim relaţiile dintre c': m',lungimea vectorului precizează mărimea parametrului f'.

La rocile,suprasaturate în aluminiu,în locul parametrului c'se calculează caracteristica a'.La construirea vectorului din punctul"drept" parametrul a'se proiectează spre STÂNGA de punctul f', aşa că vectorul va fi orientat în jos şi spre stânga-SE DISTING astfel ROCILE SUPRASATURATE în ALUMINIU,de ROCILE SERIEI NORMALE

Pentru rocile,suprasaturate în ALCALII,construirea vectorului se realizează ca şi pentru rocile normale.

In cazul rocilor,ULTRAALCALINE,lipseşte caracteristica f' şi în locul acesteia se calculează caracteristica n.La trasarea vectorului acesta nu va pleca din punctul f'ci din n,spre deosebire de cazurile normale,acesta va fi trasat PUNCTAT.

4.Relaţia dintre K şi Na este un factor,ce modifică direcţia vectorului în spaţiu.Vectorul se construieşte din punctul stâng al diagramei.Parametrul K se proiectează spre stânga iar Na în jos.Relaţiile dintre K şi Na determină înclinarea vectorului fiind caracterizate prin parametrul a , adică particularităţile alumosilicaţilor alcalini,FELDSPATULUI sau FELDSPATOIZILOR.Vârful vectorului stâng se află la acelaşi nivel cu cel drept.

5.La compararea a două roci având compoziţii apropiate se poate utiliza metoda determinării distanţei dintre două puncte, utilizând legităţile geometriei analitice.In acest caz,distanţa " d " va fi egală cu $\sqrt{(a-a_0)^2+(b-b_0)^2+(c-c_0)^2}$.Deosebirile din cadrul chimismului sunt caracterizate în afara dimensiunii şi de direcţia vectorului.Sunt posibile două tipuri de abateri:a) un parametru va fi extrem de diferit faţă de celălalt şi b) doi parametrii având înclinări similare sunt diferiţi de al treilea. Prin acest sistem putem compara compoziţia lavei craterului principal Kliucevsk(erupţia din 1937,caracteristici a=9,4;c=7,1; b=19,5 ; s=64,0 ;c'= 13;m'= 46;f'= 41; n= 81) cu cea a unui crater parazit,dispus la altitudinea de 1000m(caracteristici:a=7,4; c=5,7;b=26,8;s=60,1;c'=20;m= 40 ; f'= 40 ; n = 76),abaterile compoziţionale ale craterului parazit faţă de cel principal pot fi exprimate prin parametrul "d":

$$|d| = \sqrt{(7,4-9,4)^2+(5,7-7,1)^2+(26,8-19,5)^2} = \sqrt{4 + 1,96+53,29} = 7,7$$

Se constată îmbogăţirea lavelor craterului parazit în minerale melanocrate,acest lucru confirmă o diferenţiere gravitaţională în craterul vulcanului Kliucevsk.

6.Diagrama de variaţie se poate realiza pentru o serie de roci magmatice prin unirea terminaţiilor vectorilor compoziţiei chimice,pintr-o linie dreaptă sau frântă.

Pe baza valorilor caracteristicilor numerice principale şi suplimentare obţinute pentru diferitele tipuri de roci analizate, se poate reprezenta grafic compoziţia chimică a acestora pe o diagramă sub forma unor vectori,se pot compara compoziţiile rocilor,după poziţia,direcţia şi lungimea vectorilor.Pentru construc-

ţia diagramei se iau două axe de coordonate perpendiculare între ele:axa orizontală CA şi axa verticală SB(perpendiculară pe mijlocul celei orizontale în punctul S(fig.11) SA=axa alcaliilor; SC=axa calciului;SB-axa componenţilor melanocraţi(femici)

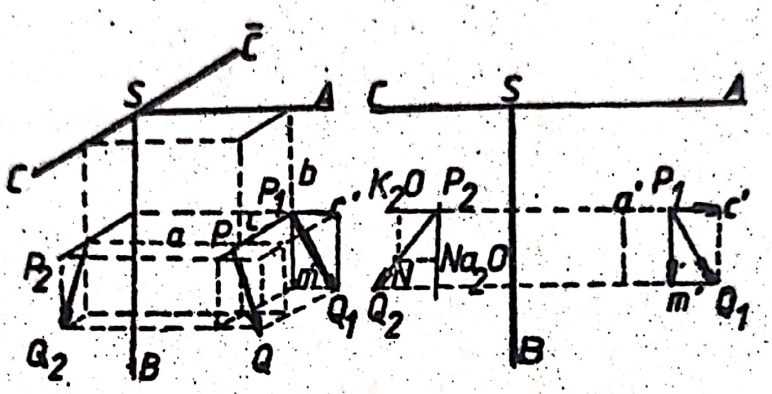


Fig.11.Construcţia vectorilor Zavariţki în câmpurile alcaliilor(P_1) şi calciului (P_2)

1.In triunghiul ASB din partea greaptă a diagramei se trece valoarea lui a de la S spre A şi cea a parametrului b de la S spre B,determinându-se un punct P_1.Construcţia se realizează pe hârtie milimetrică luând ca unitate de măsură 10 mm = 1%.

2.In triunghiul CSB din partea stângă a diagramei se notează caracteristica b pe axa SB şi c pe SC,stabilindu-se punctul P_2. Punctele P_1 şi P_2 reprezintă raportele dintre caracteristicile principale a:b:c şi caracteristica s precizând chimismul rocii. Poziţia punctelor figurative P_1 şi P_2 faţă de ACBS indică proporţia celor patru componente principale ale rocii.In cazul rocilor bazice,care prezintă o greutate specifică mai ridicată,punctele P_1 şi P_2 se vor dispune în partea inferioară a diagramei,în timp ce rocile acide cu greutatea specifică mai redusă se vor situa în partea superioară a diagramei.

3.Din punctul P_1 se iau coordonatele caracteristicilor suplimentare m'în direcţia SB şi c'pe SA(la o scară de 10 ori mai mică decât a caracteristicilor principale 1mm=1%).Stabilim astfel un punct Q_1,care reprezintă vârful vectorului P_1Q_1.In cazul caracteristicilor m'şi a' se trece parametrul m'ca şi în cazul anterior dar a'în sens invers lui c; rezultând punctul Q_1',care se uneşte cu P_1 dând vectorul P_1Q_1'-In primul caz vectorul este orientat spre

dreapta,iar în al doilea spre stânga.

4.În punctul P_2 se construieşte un vector ce are în ordonată m'iar pe abscisă valoarea N =(100-n).m'/n,se obţine vectorul P_2Q_2 ,care este orientat spre stânga.În cazul rocilor alcaline şi ultraalcaline a căror caracteristici numerice sunt a:c̄:b:s; valoarea parametrului c̄ se proiectează în partea dreaptă a axei SB(vezi diagrama-fig.11),iar vectorul obţinut are aceeaşi orientare,spre stânga ca şi în cazul rocilor NORMALE şi ULTRAALUMINOASE.

Cei doi vectori P_1Q_1 şi P_2Q_2 reprezintă cele patru caracteristici principale şi două caracteristici suplimentare,adică vor reprezenta cei şapte componenţi ai rocii:Si:Al:Fe:Mg:Ca:Na:K.

Proiecţia vectorilor în diagramă exprimă particularităţile principale ale chimismului rocilor analizate.După direcţia,lungimea şi poziţia în diagramă,vectorii pot fi interpretaţi astfel:

-vectorii dispuşi în partea inferioară a diagramei caracterizează rocile bogate în minerale melanocrate în timp ce vectorii localizaţi în partea superioară indică roci îmbogăţite în minerale leucocrate(salice);

-cu cât un vector este mai aproape de axa SB, cu atât aceasta va fi mai săracă în alumosilicaţi;

-cu cât vectorul se îndepărtează de axa SB,în planul proiecţiei ASB,cu atât roca prezintă o cantitate mai mare de alumosilicaţi alcalini;

-rocile îmbogăţite în anortit au vectorii îndepărtaţi de axa SB fiind situaţi în planul de proiecţie CSB,din stânga diagramei;

-vectorii apropiaţi de punctul S corespund rocilor îmbogăţite în SiO_2.

a)vectorii din triunghiul ASB exprimă următoarele:

- cu cât sunt mai scurţi indică un conţinut mai ridicat în fier;

-cu cât au o poziţie mai apropiată de verticală precizează un conţinut mai ridicat în magneziu;

-cu cât sunt mai depărtaţi de poziţia verticală arată un conţinut mai mare de calciu liber;

-dacă vectorul este orientat în jos şi la stânga avem roci ultraaluminoase,din categoria a': f': m',excesul de aluminiu este cu atât mai mare cu cât vectorul se apropie mai mult de orizontală;

b)vectorii din triunghiul CSB indică conţinutul în sodiu şi potasiu astfel:

- cu cât vor fi mai apropiaţi de verticală cu atât conţinutul de sodiu în alumosilicaţi va fi mai mare;

-cu cât vectorul va fi mai departe de verticală cu atât va fi mai mare conţinutul de potasiu din alumosilicaţi;

--pentru rocile simultan bogate în sodiu şi fier,vectorul va fi extrem de scurt şi apropiat de verticală;

-vectorii lungi şi apropiaţi de orizontală subliniază îmbogăţirea rocii în potasiu.

V.3.c.Modul de calcul la un bazalt(tab.XI)

1.Procentele oxizilor din analiză se transformă în proporţii atomice.Valorile se iau cu trei zecimale şi se multiplică de 1000 ori pentru a obţine numere fără zecimale.

2.După relaţia dintre atomii de aluminiu,suma atomilor de sodiu,potasiu şi 2Ca încadrăm roca într-o serie.In cazul nostru, cantitatea de Al este mai mare decât suma Na+K şi mai mică decât 2Ca+Na+K.Roca se încadrează în seria normală.

3.Grupa S se obţine din însumarea proporţiilor atomice de siliciu şi titan: S = 817 + 17 = 834

4.Grupa A este egală cu suma proporţiilor atomice ale elementelor alcaline A = 100 + 32 = 132.

5.Grupa C este egală cu cantitatea de calciu ce poate intra în alumosilicat(componenta anortitică).Această cantitate se determină plecând de la proporţia atomică de aluminiu ce rămâne după formarea grupei A: 308-132 = 176 ; aşa că fiecare atom de calciu se va uni cu doi atomi de aluminiu C = 176:2 = 88.

6.Grupa B se formează,ca suma proporţiilor atomice ale celorlalte elemente.Este alcătuită din grupa Fe,' egală cu suma proporţiilor atomice Fe^{3+} + Fe^{2+} + Mn^{2+},grupa Mg şi grupa Ca'-egală cu proporţia atomică a calciului,ce nu intră în grupa C.

Fe' = 68 + 89 +4 = 161 ; Mg = 153 ; Ca' = 160-88=72.

B = 161+153+72 = 386.

7.Calculăm suma N egală cu A + C + B + S

N = 834 + 132 +88 + 386 = 1440.

8.Pornind de la suma de 1440 recalculăm în procente parametrii a:c:b:s .

9.Mărimea Q se calculează cu formula:

Q = s - 3a+2c+b = 57,9 - 27,6+12,2+26,8 = - 8,7.

Tabelul XI

Parametrii Zavariţki, bazalt (media a 198 analize)

Oxidul	%	Proporţii atomice	GRUPE S	A	C	B
SiO_2	49,06	817	834			
TiO_2	1,36	17				
Al_2O_3	15,70	308			308-132= 176	
Fe_2O_3	5,34	68			176:2=88	Fe′ 68+89+4=161
FeO	6,37	89				
MnO	0,31	4				
MgO	6,17	153				Mg=153
CaO	8,96	160				Ca′=160-88=72
Na_2O	3,11	100				
K_2O	1,52	32		132		Fe′+ Mg + Ca′=
H_2O	1,62	90				161+153+72=386
P_2O_5	0,45	3				

N = 834(S)+132(A)+88(C)+386(B) = 1440

100+32 < 308 <132+ 2.160 seria NORMALA

Caracteristici numerice

principale	suplimentare
s = 57,9 a = 9,2 c = 6,1 b = 26,8 100,0	Q = 8,7 ; a:c =1,5 ; c′ =18,6 ; m′=39,6; f′=41,8 ; n =75,8 ; φ = 17,6 ; t = 2

10. Importanţă în caracterizarea părţii FELDSPATICE a rocii şi stabilirea caracterului chimic este raportul a:c :

9,2 : 6,1 = 1,5

11. Numerele ce caracterizează partea mafică a rocii (parametrul B) sunt notate cu c′, m′ şi f′ şi se calculează astfel:

c′= 72.100/386=18,6; m′= 153.100/386 =39,6; f′= 161.100/386=41,8

12. Rolul sodiului în partea salică a rocii (parametrul A) se caracterizează prin mărimea n, egală: n=100.100/132=75,8;

13. Mărimile φ şi t se obţin în felul următor:

φ = 68.100/161 = 17,6 şi t = 17.100/834 = 2,0

Datele obţinute permit caracterizarea rocii,drept un agregat de componente mafice şi salice cu predominarea componentelor femice b/(a+c) = 26,8:15,3- ce reprezintă 60% din rocă.In compoziţia părţii mafice un rol major îl joacă componentele magnezioferoase,lucru evidenţiat şi din raportul (m'+ f'):c =81,3:18,6= =4,5,în condiţiile unor cantităţi egale de m' şi f'.După valoarea negativă a parametrului Q putem considera că roca este nesaturată în siliciu,fierul trivalent putând fi recalculat în Fe^{2+}. După raportul a:c=1,5 putem considera că partea leucocrată a rocii este reprezentată printr-un plagioclas bazic,iar după n,valoarea confirmă dominarea sodiului asupra potasiului,adică lipseşte FELDSPATUL POTASIC.Din anexa 3 aflăm că roca se încadrează în clasa 5,grupa 19,subgrupa "a"

V.3.d.Modul de calcul la un granit(tab.XII)

1.Procentele oxizilor se transformă în proporţii atomice.

2.Funcţie de relaţiile dintre proporţiile atomice de aluminiu,suma alcaliilor şi cu cea de calciu dublată stabilim în care serie ne încadrăm: 284 200+72 ; roci suprasaturate în aluminiu.

3.Grupa S se obţine din însumarea proporţiilor atomice de Si şi Ti: S = 1169 + 5 = 1174

4.Grupa A este egală cu suma proporţiilor atomice ale elementelor alcaline:

A = 112 + 88 = 220

5.In grupa C intră întreaga proporţie de calciu,aşa că după saturarea alumosilicaţilor cu aluminiu,rămâne în exces ocupând în structura silicaţilor locul Si^{4+}.A stfel: C = Ca = 36.

6.Grupa B se alcătuieşte din proporţiile atomice de Fe' şi Mg cât şi restului de aluminiu Al',după formarea feldspaţilor:

Al'= 284 - (200+72) = 12

B = 47 + 22 + 12 = 81

7.Calculăm suma N.egală cu 1174+200+36+81=1491.Recalculăm la 100 caracteristicile: a:c:b:s .

8.Determinăm valoarea lui Q

Q = 78,8- 40,2+4,8+5,4 = + 28,4

9.Calculăm raportul feldspatic

a : c = 13,4 : 2,4 = 5,6

10.Pentru partea mafică(parametrul B) calculăm caracteristicile m',f'şi a'.

m'= 22.100/81=27 ; f'= 47.100/81=58 ; a'=12.100/81=15 ;

Tabelul XII

Parametrii Zavaritki.granit(media a 546 analize)

Oxidul	%	Proporţii atomice	GRUPE S	A	C	B
SiO_2	70,18	1169	1174			
TiO_2	0,39	5				
Al_2O_3	14,47	284				Al′= 284-(72+200)= = 12
Fe_2O_3	1,57	20				Fe′=20+25+2=47
FeO	1,78	25				
MnO	0,12	2				Mg = 22
MgO	0,88	22				Al′+Fe′+Mg = 81
CaO	1,99	36			36	
Na_2O	3,48	112				
K_2O	4,11	88		200		
H_2O	0,84	47				
P_2O_5	0,19	1				

N = 1174 + 200 +36 + 81 = 1491

284 > 200+2.36 seria rocilor ultraaluminoase

Caracteristici numerice

principale	suplimentare
s = 78,8 a = 13,4 c = 2,4 b = 5,4 100,0	Q = + 28,4 ; a:c=5,6 ; a′= 15 ; m′= 27 ; f′ = 58 ; n = 56 ; φ = 24,7 ; t = 0,4 .

11. Se cadculează mărimea n :

n = 112.100/200 = 56

12.Determinăm valorile φ şi t :

φ = 27.100/81 = 24,7 ; t = 5.100/1174 = 0,4 .

In rocă partea salică domină cea melanocrată b:(a+c+Q) = 5,4 : 44,2,adică partea salică(în proporţii atomice) constituie în jur de 88% din rocă.Partea mafică conţine aluminiu(prezente micele), fierul domină puternic magnpziul f′: m′= 58 : 27-acest lucru poate servi ca un indicator al temperaturii scăzute de formare a rocii. Mărimea Q ridicată şi pozitivă precizează că roca holocristalină conţine cuarţ. Partea salică a rocii se caracterizează prin dominarea feldspatului alcalin asupra feldspaţilor plagioclazi(prezenţa plagioclazului acid),iar mărimea n,egală cu 56 precizează can-

titäţi egale de sodiu şi potasiu,confirmând presupunerea că în rocă există feldspaţi potasici.După anexa 3:clasa 2,grupa 4.

V.3.e.Recomandări în efectuarea calculelor

1.Calculele se efectuează sub forma tabelului în care se notează conţinuturile procentale a oxizilor,proporţiile atomice, grupele S,A,C,B,valoarea sumei N = S+A+C+B,încadrarea rocii în una din cele patru serii:a)normală;b)ultraalumincasă;c)suprasaturată în alcalii şi d) ultraalcalină,caracteristicile numerice principale:s:a:c:b;suplimentare Q,a:c;c´,m´,f´, n ,φ , t.

2.Obţinerea sumei caracteristicilor principale s+a+c+b sau s+a+c̄+b la 100 se realizează direct sau prin utilizarea tabelelor întocmite de Zavariţki(1956).

3.Sumele c´+ m´+ f´şi altele similare ce detaliază mărimea B,trebuie recalculate la 100.

V,3.f.Stabilirea tipului petrochimic de rocă după caracteristicile numerice Zavariţki.

Caracteristicile numerice calculate prin metoda Zavariţki pot fi utilizate la clasificarea rocii,fără analiza particularităţilor structurale ale rocii.Autorul consideră că cele mai importante sunt mărimile Q şi a : c .Pentru o serie de grupe de roci este utilă caracteristica b.

După Zavariţki,toate rocile magmatice pot fi împărţite după caracteristicile lor petrochimice în şase grupe,funcţie de valoarea Q(1.peste 45%;2. 45> Q >15 ;3. 15>Q>6 ;5. - 6> Q >-15 ;4. 6 > Q > - 6 ; 6. Q <- 15 .Fiecare clasă se împarte pe grupe şi subgrupe pe baza raportului a:c.Împărţirea pe subgrupe se realizează numai în cazul claselor nesaturate,slab saturate şi saturate în Si.

In rocile nesaturate criteriul de separare în subgrupe este pe lângă raportul a:c şi mărimea caracteristicii b.Exemplu clasa IV -6 > Q > 6 a rocilor saturate în SiO_2 gr.12 subgr.A,b<15 LEUCOCRATE, b>15 MEZOLITICE, grupa 13 subgr.A, b<20 LEUCOCRATE; subgr.B, 45>b>20 MELANOCRATE. Pentru determinarea tipului petrochimic de rocă se utilizează anexa 3.

Anexa 3

TABEL PENTRU STABILIREA TIPULUI PETROCHIMIC AL ROCII DUPA CARACTERISTICILE NUMERICE ZAVARITKI.

CLASA I. Q >45 . Roci intens suprasaturate în SiO_2

grupa 1.In ordinea scăderii cuarţului (1 -12)

CLASA II. 45 > Q >15.Roci suprasaturate în SiO_2

grupa 2. c = 0 sau c̄.Roci supr-asaturate în alcalii,în ordinea scăderii Q (eqmendit,pantellerit,groradit)

grupa 3. a:c >8.Imbogăţite în alcalii(riolit,granit alcalin,keratofir cuarţifer,alaskit,aplit granitic).

grupa 4. 8 > a:c >4.Moderat îmbogăţite în alcalii(granit precambrian,granit postcambrian,porfir cuarţifer, granit CA,foyait,trondjhemit);

grupa 5. 4 >a:c >5/2 Sărace în alcalii(beerbachit,monzonit cuarţifer,granodiorit,dacit);

grupa 6. 5/2>a:c.Extrem de sărace în alcalii(andezit hornblendic,diorit cuarţifer,tonalit);

CLASA III. 15 >Q >6.Roci slab suprasaturate în SiO_2

grupa 7. c = 0 sau c̄.Suprasaturate în alcalii.

grupa 8. a:c >3 . Bogate în alcalii(sienit hornblendic CA,sienit CA micaceu,sienit CA,sienit,nordmarkit,trahit CA,sienit alcalin,keratofir,latit,bostonit);

grupa 9. 3 >a:c >3/2 .Bogate în alcalii(latit cuarţifer,diorit,andezit,andezit augitic,andezit hipersthenic,vogesit)

grupa 10. 3/2>a:c. Extrem de sărace în alcalii. (gabbrou olivinic,diabas,bazalt)

CLASA IV. 6 > Q > -6 .Roci saturate în SiO_2

grupa 11. c = 0 sau c̄.Roci suprasaturate în alcalii.

grupa 12. a:c >7 . Roci bogate în alcalii

subgrupa A b<15.Leucocrate.In ordinea reducerii raportului a:c(pulaskit,sienit alcalin,trahit alk)

subgrupa B. b >15.Mezolitice.

grupa 13. 7> a:c >5/2.Moderat îmbogăţite în alcalii

subgrupa A. b<20.Leucocrate în ordinea reducerii lui a:c(shoshonit, monzonit, trahiandezit).

subgrupa B 45> b >20.Melanocrate.In ordinea reducerii lui a:c (spessartit,kersantit);

grupa 14. 5/2>a:c > 3/2. Sărace în alcalii.

subgrupa A b <20.Leucocrate.In ordinea reducerii lui a:c;

subgrupa B b >20.Melanocrate.

grupa 15. 3/2 > a:c .Extrem de sărace în alcalii.

subgrupa A. b<45 .Leuco-Melanocrate.In ordinea reducerii a:c (diabaz, dolerit, norit, anortozit);

subgrupa B. b>45.Holomelanocrate.In ordinea scăderii lui a:c(webbsterit,bronzitit);

CLASA V. -6 > Q > -15.Roci nesaturate în SiO_2.

grupa 16. c = 0 sau $\bar{c}$.Suprasaturata în alcalii;

grupa 17. a:c >7 . Bogate în alcalii.

subgrupa A. b <20.Leucocrate.In ordinea scăderii lui a:c(umptekit,fonolit);

subgrupa B. b >20.Melanocrate.scăderea lui a:c

grupa 18. 7> a:c >2.Moderat îmbogăţite în alcalii.

subgrupa A. b <20.In ordinea scăderii lui a:c (sienit augitic CA,lawrikit,banakit);

subgrupa B. b >20.In ordinea reducerii lui a:c

grupa 19. 2 > a:c .Sărace în alcalii.

subgrupa A. b<20 Leucocrate.In ordinea reducerii lui a:c(bazalt,bazalt de platou,diabaz olivinic, norit olivinic,gabbrou,gabbrou olivinic,theralit, tefrit,minette);

subgrupa B. 45> b >20.Melanocrate în ordinea scăderii a:c;

subgrupa C. b >45.Holomelanocrate(dunit,diallagit)

CLASA VI. Q <- 15 .Roci nesaturate în SiO_2.

grupa 20. c = 0 sau $\bar{c}$.Suprasaturate în alcalii.

subgrupa A b<25. Leucocrate(urtit,lujavrit);

subgrupa B. 25 < b < 45 .Melanocrate.In ordinea reducerii lui Q.

subgrupa C. b >45 .Holomelanocrate.Scăderea Q.

grupa 21. a:c >7 .Bogate în alcalii.

subgrupa A. b <25 .Leucocrate.In ordinea scăderii lui Q(ijolit,leucitofir,hayainofir,leucitit,fonolit leucitic,miaskit,foyait,sienit nefelinic);

subgrupa B. 25< b<45.Melanocrate.In ordinea scăderii lui Q.(shonkinit,basalt leucitic,nefelinit);

subgrupa C. b > 45 .Holomelanocrate în ordinea scăderii lui Q

b_1) a + c > 5

b_2) a + c < 5

grupa 22. 7 > a:c > 2 . Roci alcaline

subgrupa A b ≤ 25.Leucocrate în ordinea scăderii lui Q(shonkinit,essexit,trahidolerit,fergusit);

subgrupa B. 25 < b < 45 . Melanocrate în ordinea scăderii lui Q (bazalt analcimic,teschenit,augitit,limburgit,basanit,tefrit nefelinic,bazanit leucitic, missourit,bazalt nefelinic,monchiquit);

subgrupa C. b > 45.Holomelanocrate,scăderea Q

b_1) a + c > 5 (ankaramit,bazalt melilit-nefelinic,bazalt melilitic,peridotit micaceu,alnöit) ;

b_2) a + c < 5 (Kimberlit)

grupa 23. 2 > a:c Sărace în alcalii

subgrupa A . b < 25.Leucocrate.Scăderea lui Q.

subgrupa B. 25 < b < 45 .Melanocrate.In ordinea reducerii lui Q(ankaramit,wehrlit,hornblendit,camptonit)

subgrupa C. b > 45 . Holomelanocrate.In scăderea lui Q

b_1) a + c > 5 (picrit)

b_2) a + c < 5 (Cortlandit,lherzolit,peridotit amfibolic,harzburgit,saxonit,dunit).

V.3.1. Metoda Sobolev(1959)

Frecvent rocile ultrabazice se utilizează la stabilirea vârstei altor roci după prezenţa galeţilor de serpentinite apoperidotitice, apodunitice şi a granulelor de cromit în conglomerate sau la contactul acestora cu rocile învecinate.Aflorimentele serpentinitice,nu pot fi utilizate la stabilirea vârstei şi a protolitului din care au provenit.

Compoziţia chimică a rocilor ultrabazice,repartiţia elementelor majore şi minore în acestea şi mineralele petrogene(olivine, ortopiroxeni,clinopiroxeni şi amfiboli) permite stabilirea protolitului din care s-a format serpentinitul şi în ce serie genetică se încadrează acesta şi tipul rocii ultrabazice neserpentinizat. Particularităţile petrochimice ale rocilor ultrabazice permit clasificarea şi rezolvarea unor probleme controversate legate de geologia şi petrografia lor în strânsă corelare cu metalogenia.

Rocile ultrabazice au fost încadrate în trei grupe genetice

a)corpuri mari peridotitice având rădăcinile în mantaua superioară;

b)diferenţieri marginale ale magmelor gabbroice,în zonele geosinclinale şi legate de manta (Barth,1956);

c)în legătură cu magmele gabbroice alcaline,cu care se asociază carbonatitele.

Aceste trei grupe pot fi definite astfel:

1.HIPERMAGBAZITE cu raportul MgO:FeO = 9-10 ;

2.ULTRAFERBAZITE cu raportul MgO:FeO = 5-6 ;

3.ULTRAALBAZITE cu particularităţi petrochimice nedeterminate.

Sobolev(1959) propune unele modificări ale metodei Zavariţki care să permită analiza rocilor ultrabazice.Modificările constau în determinarea unor coeficienţi VIRTUALI:OLIVINE(z),ORTOPIROXENI (y) şi CLINOPIROXENI(x),cu reprezentarea lor în partea dreaptă a diagramei şi GRADUL SERPENTINIZARII(h) în stânga diagramei(fig.12) Autorul mai propune următoarele.Datorită absenţei feldspaţilor din ultrabazite caracteristicile numerice a şi c ale lui Zavariţki nu pot fi utilizate,punctele figurative dispunându-se în lungul axei S.Pentru reprezentarea grupelor genetice de ultrabazite în partea dreaptă a diagramei se proiectează valoarea raportului MgO:FeO;adică împărţirea lor pe grupe genetice luând suma oxizilor din grupa fierului ($FeO+Fe_2O_3+MnO+NiO$), notat prin M/F.

(cu excepţia MgO şi FeO din spineli).Partea stângă a diagramei se utilizează la reprezentarea compoziţiei ultrabazitului în funcţie de chimismul spinelilor,sub forma caracteristicilor 2c (proporţia moleculară dublată a sumei Al_2O_3 şi Cr_2O_3).Aceste modificări sunt prezentate în fig.12 şi tabelul XIII.

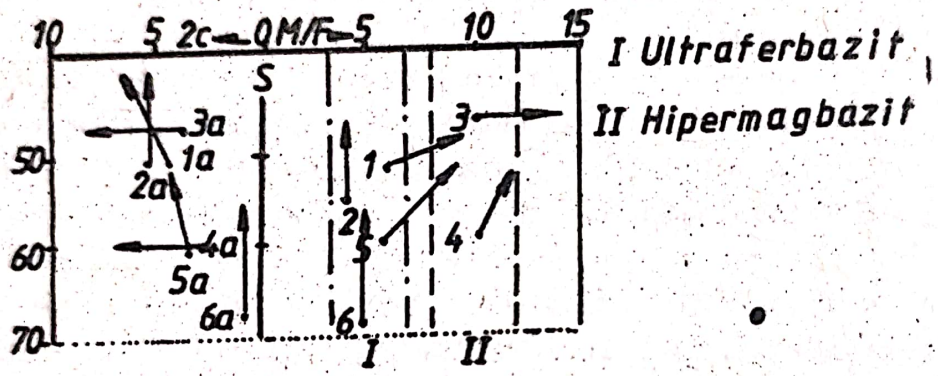


Fig.12.Diagrama Sobolev a rocilor ultrabazice.
1-webbsterit;2-kosvit-diallagit;3-bronzitit;1a-webbsterit serpentinizat;2a-kosvit proaspăt;3a-serpentinit apobronzitic;4-harzburgit;5-lherzolit;6-dunit;4a-serpentinit apoharzburgitic;5a-lherzolit serpentinizat;6a-dunit neserpentinizat.

Astfel,partea dreaptă a diagramei va fi ferromagneziană,rocile ultrabazice se repartizează funcţie de valoarea raportului M/F.Lungimea şi direcţia vectorilor indică apartenenţa rocilor analizate la una din varietăţile de roci ultrabazice.Vectori verticali-DUNIT(lungi);LHERZOLIT,WEHRLIT(scurţi).

Vectori înclinaţi HARZBURGITE,SAXONITE -lungi;
LHERZOLIT,WEHRLIT -scurţi ;

vectori orizontali BRONZITIT-lungi ;
WEBBSTERIT-scurţi .

In partea stângă a diagramei vor fi trecuţi spinelii,caracteristici dunitelor,peridotitelor şi piroxenitelor-care se diferenţiază prin valori diferite ale raportului 2c.Direcţia vectorului din partea stângă a diagramei indică GRADUL SERPENTINIZARII ROCII ULTRABAZICE

Vectori verticali-rocă neserpentinizată ;

Vectori înclinaţi-rocă serpentinizată ;

Vectori orizontali-SERPENTINIT .

Tabelul XIII

Parametrii Sobolev.la un peridotit(Sobolev,1959)

Oxidul	%	pr.at.	S	2c	B	Caracteristici
SiO_2	41,18	686	687			2C= 42 · 2c=2,3
TiO_2	0,06	1				S= 687 s =37,2
Al_2O_3	1,80	18				B=1116 b =60,5
Cr_2O_3	0,50	3		(18+3)x 2=		1845 100,0
Fe_2O_3	3,51	22		=42.	22.2=	$h = \frac{Fe_2O_3 \cdot 100}{Fe_2O_3+FeO}$
FeO	5,39	75-30r			44	
MnO	0,12	1			72	
MgO	41,18	997-18Al			979	Mg =22,4
CaO	1,32	20			1116	x+y+s=1116(B)
						x+y+z/2=687(S)
						x=(2CaO)=40(2c)
						z/2=429 şi z=858

$$M/F = \frac{MgO}{FeO+2Fe_2O_3+MnO+NiO} = \frac{979}{117} = 8,4$$

y=218

Coeficienţi virtuali	SiO_2	(Mg,Fe)O	CaO	pr.at.	caracteristici numerice
s	429	858	-	1287	71,4
x	40	20	20	80	4,5
y	218	218	-	436	24,1
	687	1096	20	1803	100,0

Diagrama Sobolev înlocuieşte axa alcaliilor cu cea ferro-magneziană(M/F);anortitică cu spinelică(2c) în timp ce axa femică (B) rămâne neschimbată(fig.13)

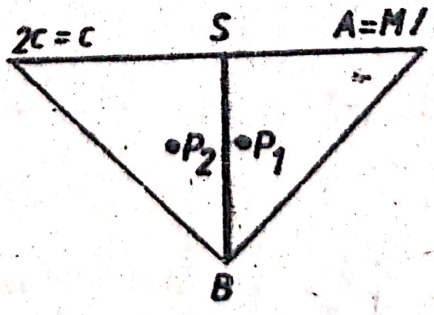


Fig.13.Proiectarea caracteristicilor numerice Sobolev în diagrama 2c-(M/F)-B

Pentru reprezentarea caracteristicilor suplimentare se utilizează un triunghi cu dimensiunile de 10 ori mai mici,decât în cazul caracteristicilor principale.Dacă latura triunghiului(fig. 14) este egală cu 100 şi $f'+ m'+ c' = 100$ atunci $f'R = c'$;$PR = m'$ şi $PU = f'$.Se recalculează proporţiile atomice din analiza chimică a rocii ultrabasice folosind relaţiile:

$$x + y + z = MgO + FeO + 2Fe_2O_3 + CaO \quad (1)$$

$$x + y + z/2 = SiO_2 \quad (2)$$

$$x = 2CaO \quad (3)$$

unde proporţiile atomice de Si se repartizează astfel:

x-clinopiroxen;y-ortopiroxen şi z/2-olivine

x,y şi z se recalculează la 100.Parametrii suplimentari se înlocuiesc astfel:$m' = z$;$c' = y$; $f' = x$ şi sunt reprezentaţi grafic în partea dreaptă a diagramei(fig.13 şi 14) şi stângă(fig.15)

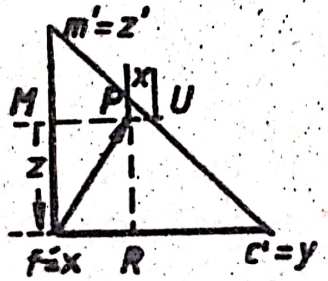


Fig.14 Reprezentarea caracteristicilor suplimentare $c' = m'$;$f' = y + z$; x .

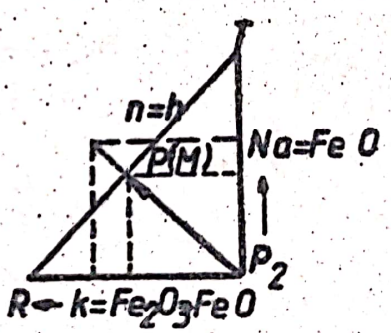


Fig.15.Reprezentarea caracteristicilor suplimentare $n = h$.

A doua caracteristică suplimentară reprezintă valoarea $n = Na : (Na+K)$ care reprezintă direcţia vectorului.Pe dreptele perpendiculare la P_2R şi P_2T(fig.15) se notează mărimile proporţionale în Na şi K.Direcţia dreptei P_2P exprimă raportul Na:K şi n.RM:MT=Na:K iar RM:RT=n.

Pentru rocile ultrabazice $n = Na : (Na + K)$ este substituit cu $h = Fe_2O_3 : (Fe_2O_3 + FeO)$ care este reprezentat printr-un vector,în partea stângă a diagramei.

Autorul introduce şi o clasificare a rocilor ultrabazice în funcţie de conţinutul virtual în diopsid(fig.16)a-dunite ultraferbazitice;b-dunite şi peridotite hipermagbazitice;c-peridotite ultraferbazitice şi ultraalbazitice;d-meteoriţi petrogi şi o-piroxenite.

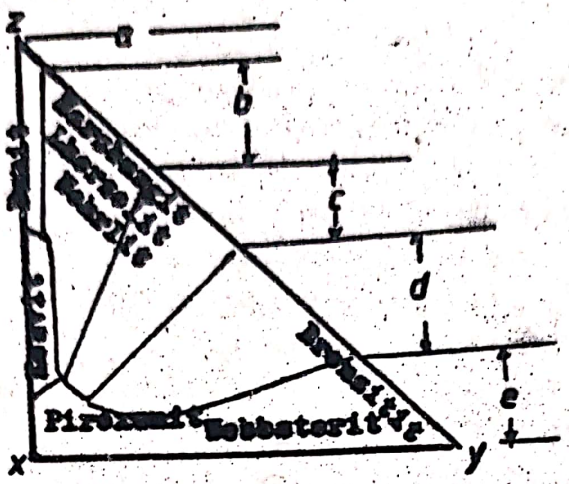


Fig.16.Clasificarea ultrabazitelor după conţinutul virtual în diopsid (Sobolev,1959)

Tabelul XIV

Clasificarea genetică a rocilor ultrabazice în funcţie de conţinutul de enstatit

Enstatit,%	Tip ultrabazit	Grupa genetică
-	Kosvit	ULTRAALBAZIT ULTRAFERBAZIT
0 - 5	Dunit	ULTRA(AL/FER)BAZIT
5 - 20	Peridotit	HIPERMAGBAZIT
20 - 50	Peridotit	ULTRAALBAZIT ULTRAFERBAZIT
50 - 100	Piroxenit	ULTRAALBAZIT

Diopsidul apare în toate tipurile genetice de roci ultrabazice,vectorii cei mai scurţi apar la reprezentarea harzburgitelor;cei mai lungi-LHERZOLITELOR;extrem de lungi în WEHRLITE şi WEBBSTERITE OLIVINICE.

In funcţie de conţinutul virtual în OLIVINE(z) ultrabazitele se clasifică în: dunite ULTRAFER(AL)BAZITICE ..... z = 100-95
dunite HIPERMAGBAZITICE ..... z = 95-80
peridotite ..... z = 80-50
diallagite ..... z = 95-80

In privinţa zăcămintelor de cromit ele pot fi legate numai. de peridotite,ce conţin mai mulţi spineli cromiferi.

V.4.Metoda normativă - CIPW.

Intrepretarea mineralogică a analizelor chimice se realizează şi prin metoda normativă CIPW după numele petrografilor americani Whitman Cross, Joseph Iddings, Louis Pirsson, Henry Washington.

Analizele chimice se transformă în formule mineralogice, compoziţia mineralogică calculată nu corespunde totdeauna celei reale (pot fi calculate mineralele existente în rocă şi care au fost identificate în urma studiului microscopic ori determinărilor cu RX, IR şi ATD). Mineralele calculate sunt MINERALE NORMATIVE în timp ce mineralele existente în roci vor fi MINERALE REALE.

Normele sunt recalculate pe următoarele formule de minerale. numite şi MINERALE STANDARD (împărţite în SALICE şi FEMICE).

1.Minerale SALICE(de la Si şi Al)

		Greutatea moleculară
Q = cuarţ	Cuarţ SiO_2	60
	ortoclaz $K_2O.Al_2O_3.6SiO_2$	556
F = feldspaţi	albit $Na_2O.Al_2O_3.6SiO_2$	524
	anortit $CaO.Al_2O_3.2SiO_2$	278
	leucit $K_2O.Al_2O_3.4SiO_2$	436
L = LEMANDE	nefelin $Na_2O.Al_2O_3.2SiO_2$	284
(de la iniţialele leucitului şi nefelinului)	kaliofilit $K_2O.Al_2O_3.2SiO_2$	316
C = corindon	corindon Al_2O_3	102
Z = zircon	zircon $ZrO_2.SiO_2$	183

2.Minerale FEMICE (de la Fe şi Mg)

	acmit $Na_2O.Fe_2O_3.4SiO_2$	462
P = piroxeni	wollăstonit $CaO.SiO_2$	116
	enstatit $MgO.SiO_2$	100
	ferrosilit $FeO.SiO_2$	132
	Na_2SiO_3(în piroxeni)	122
	fersterit $2MgO.SiO_2$	140
O = olivine	fayalit $2FeO.SiO_2$	204
	silicat de $CaO.SiO_2$	172
	apatit $3CaO.P_2O_5.1/3\ CaF_2$	336
A = minerale accesorii	fluorit CaF_2	78
	calcit $CaO.CO_2$	100

	pirit FeS_2	120
	magnetit $FeO.Fe_2O_3$	232
	hematit Fe_2O_3	160
	cromit $FeO.Cr_2O_3$	224
M = minereuri	ilmenit $FeO.TiO_2$	152
	titanit $CaO.TiO_2.SiO_2$	196
	perowskit $CaO.TiO_2$	136
	rutil TiO_2	80

La recalculare, cantităţile moleculare obţinute din analizele chimice se împart între mineralele standard, în următoarea ordine:

a) unim cu FeO eventualele cantităţi de MnO şi NiO, cu CaO unim BaO şi SrO, iar cu Fe_2O_3 cantitatea de Cr_2O_3. Dacă cantitatea de Cr_2O_3 este mai mare, atunci formăm cu FeO-CROMITUL, sub raportul Cr_2O_3:FeO = 1/1.

b) transformăm TiO_2 împreună cu FeO în ILMENIT, după raportul TiO_2:FeO = 1/1. Eventualul surplus de TiO_2, îl unim cu excesul de CaO rămas după formarea anortitului, în raportul TiO_2:CaO = 1:1 şi obţinem PEROWSKITUL. Dacă, însă după formarea anortitului excesul de CaO este mai mic decât ar fi necesar pentru fixarea surplusului de TiO_2 atunci TiO_2 se ia în considerare ca RUTIL.

c) urmează calcularea APATITULUI după raportul P_2O_5:CaO = 1 : 3,33 şi P_2O_5 : F = 3 : 1.

d) dacă în rocă nu există minerale din grupa zeoliţi (nosean, haüyn), sulful se blochează în pirit FeS_2. Din aceste motive SO_3 rezultat din analiza chimică îl transformăm după raportul S:FeO = 2 : 1 în PIRIT.

e) dacă roca conţine CANCRINIT, atunci din CO_2 cu Na_2O formăm Na_2CO_3 (în cancrinit), după raportul CO_2:Na_2O = 1 : 1.

f) din CO_2 al rocilor nealterate cu CaO calculăm CALCITUL după raportul CaO:CO_2 = 1 : 1.

Urmează formarea silicaţilor prin împărţirea alcaliilor. Aceasta începe cu formarea feldspaţilor şi feldspatoizilor, după raportele K_2O:Al_2O_3 = 1 : 1 şi Na_2O:Al_2O_3 = 1 : 1.

Se ţine cont de faptul că există două cazuri la raportul dintre Al_2O_3 şi K_2O+Na_2O: a) $Al_2O_3 > K_2O+Na_2O$ sau b) $Al_2O_3 < K_2O + Na_2O$.

a) în cazul excesului de Al_2O_3 faţă de Na_2O şi K_2O din

K_2O şi Na_2O se pot forma feldspaţi şi feldspatoizi(ORTOCLAZ,LEUCIT,KALIOFILIT,ALBIT şi NEFELIN),după rapoartele $K_2O:Al_2O_3=1:1$ şi $Na_2O:Al_2O_3 = 1:1$.

b) în cazul rocilor alcaline $Al_2O_3<Na_2O+K_2O$ şi ai unui exces de alcalii faţă de aluminã,întreaga cantitate de K_2O va fi legatã de Al_2O_3 în feldspaţi-feldspatoizi(ORTOCLAZ,LEUCIT,KALIOFILIT) după raportul $K_2O:Al_2O_3 = 1:1$.De asemenea,formăm ALBITUL şi NEFELINUL ,după raportul $Na_2O:Al_2O_3=1:1$,iar excesul de Na_2O se uneşte cu Fe_2O_3 în ACMIT(EGIRIN),după raportul $Na_2O:Fe_2O_3 = 1:1$.

Dacă excesul de Na_2O ar fi mai mare decât cel necesar formării acmitului,atunci excesul se consideră prezent în Na_2SiO_3.Acest mineral(metasilicat) de sodiu este considerat FEMIC.

Urmează împărţirea Fe_2O_3 şi FeO.

a) dacă $Al_2O_3>K_2O+Na_2O$ atunci după formarea ANORTITULUI, din Fe_2O_3 şi FeO formăm MAGNETITUL după raportul $Fe_2O_3:FeO=1:1$.

b) în cazul când $Al_2O_3<K_2O+Na_2O$,din Fe_2O_3 şi excesul de Na_2O formăm ACMITUL,iar dacă eventual rămâne Fe_2O_3 aceasta îl legăm de FeO în MAGNETIT după raportul $Fe_2O_3:FeO = 1:1$.

Dacă cantitatea de FeO nu este suficientă pentru legarea excesului de Fe_2O_3 în MAGNETIT,atunci excesul de Fe_2O_3 va fi considerat HEMATIT numărul de molecule de Fe_2O_3 în exces reprezintă <u>numărul moleculelor de hematit</u>.

Când avem exces de FeO,atunci prin unirea lui cu MgO se disting două situaţii:1)$Al_2O_3>K_2O+Na_2O$ şi 2) $Al_2O_3<K_2O+Na_2O$.

1)$Al_2O_3<K_2O+Na_2O$,atunci nu se mai poate forma ANORTITUL,în acest caz vom uni CaO cu (Mg,Fe)O după raportul $CaO:(Mg,Fe)O=1:1$ în DIOPSID.

Repartizarea moleculelor de(Mg,Fe)O în diopsid,hipersten şi olivine se realizează ca şi în cazul ILMENITULUI şi MAGNETITULUI.

Când după formarea diopsidului avem un exces de CaO,respectiv $CaO>(Mg,Fe)O$,excesul de CaO se combină cu SiO_2,ca metasilicat de calciu $CaO.SiO_2$(WOLLASTONIT) sau îl putem considera $2CaO.SiO_2$ (ORTOSILICAT de CALCIU).

Dacă,însă $CaO<(Mg,Fe)O$ calculăm excesul de (Mg,Fe)O în următoarele combinaţii$(Mg,Fe)O.SiO_2$ în HIPERSTEN(inosilicat) sau ca $2(Mg,Fe)O.SiO_2$ în OLIVINE(nezosilicat) în funcţie de cantitatea de SiO_2,ce ne stă la dispoziţie şi care va fi distribuită astfel:

Dacă după formarea anortitului,există un exces de TiO_2 atunci îl combinăm cu CaO în PEROWSKIT cu raportul $CaO:TiO_2=1:1$

şi numai surplusul de CaO rămas după formarea perowskitului la formarea DIOPSIDULUI.

După distribuirea bazelor urmează cea a SiO_2 care se realizează în următoarea ordine:după raportul $ZrO_2:SiO_2=1:1$ formăm ZIRCONUL,după raportul $CaO.Al_2O_3.SiO_2=1:1:2$ alcătuim ANORTITUL după raportul $CaO:(Mg,Fe)O:SiO_2 = 1:1:2$ formăm DIOPSIDUL iar din $Na_2O:SiO_2 = 1:1$ (silicatul de sodiu).La repartizarea SiO_2 în alcătuirea unor minerale se procedează alternativ.

Dacă după formarea diopsidului avem un exces de CaO se formează la început WOLLASTONITUL după raportul $CaO:SiO_2 = 1:1$,iar dacă după formarea diopsidului mai există un exces de (Mg,Fe)O se începe cu formarea olivinei după raportul $(Mg,Fe)O:SiO_2= 2:1$.

Apoi din K_2O,Na_2O şi Al_2O_3 distribuite pentru moleculele de feldspaţi şi feldspatoizi după raportul $K_2O:Al_2O_3:SiO_2 = 1:1:6$ formăm iniţial ORTOCLAZUL şi numai după aceea ALBITUL după raportul $Na_2O:Al_2O_3:SiO_2=1:1:6$.

In această situaţie pot exista două cazuri:

1)SiO_2 este în cantitate suficientă pentru formarea feldspaţilor alcalini;

2) există un deficit de SiO_2.

1) In cazul excesului de SiO_2 după formarea feldspaţilor alcalini din OLIVINE se formează:a)HIPERSTENUL după raportul $(Mg,Fe)O:SiO_2 =1:1$.Dacă surplusul de SiO_2 nu este suficient pentru transformarea totală a OLIVINEI în HIPERSTEN,atunci persistă şi OLIVINA. In această situaţie se distribuie SiO_2 între hipersten şi olivine, după următoarele rapoarte:

x + y = numărul moleculelor(Mg,Fe)O = mf ;

x + y/2 = excesul de SiO_2 pus la dispoziţie = s ;

x = numărul moleculelor de hipersten ;

y = numărul moleculelor de olivine ;

Din acestea, cantitatea de (Mg,Fe)O necesară pentru olivine va fi:

$$y = 2(mf - s)$$

b) Dacă pentru formarea hiperstenului SiO_2 este în cantitate suficientă sau în exces,atunci mai întâi transformăm PEROWSKITUL în TITANIT,după raportul $CaO:TiO_2:SiO_2 = 1:1:1$.Dacă,însă tot TiO_2 a fost utilizat pentru formarea ILMENITULUI(nu se poate forma perowskitul),atunci excesul rămas de SiO_2 după formarea hiperstenului îl vom considera drept CUART.

c) dacă după formarea TITANITULUI ar mai exista un exces de

SiO_2,el va fi considerat CUART.

2) In cazul lipsei (deficitului) de SiO_2 putem începe formarea după raportul $K_2O:Al_2O_3:SiO_2$=1:1:6 a ORTOCLAZULUI.Se prezintă două cazuri:1)cantitatea de SiO_2 este suficientă;2)SiO_2 este insuficient.

1)<u>SiO_2 este suficient formării ortoclazului</u>.

Surplusul de SiO_2 rămas după formarea ortoclazului se distribuie între ALBIT şi NEFELIN după următoarea ecuaţie:

x + y = numărul moleculelor de Na_2O = n ;

6x+2y = numărul moleculelor de SiO_2 disponibil= s;

(x=numărul moleculelor de albit;y=numărul moleculelor de nefelin)

De aici numărul moleculelor de Na_2O necesare pentru nefelin va fi: $y = 6n - s : 4$

2) <u>SiO_2 nu este suficient formării ortoclazului</u>.

In acest caz nu începem cu formarea ortoclazului,ci după calcularea lui Na_2O pe care îl combinăm cu SiO_2,pentru formarea NEFELINULUI,după formarea acestuia,excesul de SiO_2 luând în considerare şi K_2O îl distribuim între ORTOCLAZ şi LEUCIT,după următoarele ecuaţii:

x + y = numărul moleculelor de K_2O = k

6x+4y = numărul moleculelor de SiO_2 disponibil=s

(x = numărul moleculelor de ORTOCLAZ;y=numărul moleculelor de LEUCIT; în final,y=(6k-s)/2.

In cazuri rare,SiO_2 nu este suficient pentru formarea LEUCITULUI.In acest caz dacă în normă există WOLLASTONIT,atunci îl transformăm în ortosilicat de calciu $2CaO.SiO_2$.Dacă în normă nu este prezent wollastonitul,ci diopsidul,urmează ca acesta parţial sau total să fie transformat în $2CaO.SiO_2$ şi OLIVINE.Dacă din SiO_2 disponibil,nu se poate forma LEUCIT,atunci SiO_2 va fi repartizat între LEUCIT şi KALIOFILIT(nefelin potasic).Aceste cazuri sunt extrem de rare.

Valorile obţinute prin metoda normativă coincid cu cea reală a rocilor plutonice.Nu se iau în considerare mineralele cu apă (hornblenda şi biotitul).

Dacă norma va prezenta mai puţin cuarţ decât în realitate, apoi o parte din MAGNETIT se găseşte în RIEBECKIT,iar o parte a CORINDONULUI în MICE,HORNBLENDA sau FELDSPAŢI SERICITIZATI sau CAOLINIZATI.

In rocile vulcanice apare sticla.Aceasta este reprezentată

tot prin minerale şi din acest motiv metoda are importanţă ştiinţifică, deoarece încearcă să clarifice raportul cantităţii virtuale a mineralelor neindividualizate.

Principalele asocieri de minerale standard apărute în normă sunt prezentate în tabelul XV.

Tabelul XV

Asociaţiile principale de minerale standard

	$Al_2O_3>K_2O+Na_2O+CaO$	$Al_2O_3<K_2O+Na_2O+CaO$	$Al_2O_3<K_2O+Na_2O$
	1A	2A	3A
Exces de SiO_2	cuarţ ortoclas albit anortit corindon hipersten	cuarţ ortoclas albit anortit DIOPSID hipersten	cuarţ ortoclaz albit ACMIT DIOPSID hipersten
	1B	2B	3B
Totalul de SiO_2 insuficient la formarea HIPERSTENULUI.	ortoclas albit anortit corindon hipersten olivine	ortoclas albit anortit DIOPSID HIPERSTEN OLIVINE	ortoclas albit ACMIT diopsid hipersten olivine
	1C	2C	3C
Totalul de SiO_2 insuficient la formarea ALBITULUI	ortoclaz albit NEFELIN anortit corindon olivine	ortoclas anortit albit DIOPSID nefelin OLIVINE	ortoclas ACMIT albit DIOPSID nefelin OLIVINE
	1D	2D	3D
Totalul de SiO_2 insuficient pentru formarea ORTOCLAZULUI	ortoclaz anortit LEUCIT corindon NEFELIN olivine	ortoclas anortit leucit diopsid nefelin olivine	ortoclas ACMIT leucit DIOPSID nefelin olivine

După stabilirea proporţiei mineralelor standard, urmează repartizarea rocilor pe sisteme.

Sistemul C.I.P.W constă din: CLASE(classis), SUBCLASE(subclassis ORDINE(orders), SUBORDINE(suborders), SIRURI(rangs), SUBSIRURI(subrangs GRADE(grads), SUBGRADE(subgrads). In unele cazuri se mai introduc SECTIUNI(sections) şi SUBSECTIUNI(subsections).

In acest sistem clasele principale sunt alcătuite pe baza raportului dintre mineralele SALICE şi FEMICE.: sal:fem. Alcătuirea grupelor cu valoare sistematică mai inferioară are loc după anumi-

te rapoarte între grupele moleculare de oxizi sau după mineralele STANDARD(grupe de minerale).Unele grupe sunt formate pe baza raportului 5,iar altele a raportului 3.

Fie două numere de molecule A şi B.Repartiţia în 5 are loc după următorul raport:

1. A/B>7/1 2. 7/1>A/B>5/3 3. 5/3>A/B>3/5 ;

4. 3/5>A/B>1/7 5. A/B<1/7.

In loc de 7/1 putem scrie 7,în loc de 5/3 = 1,667;3/5=0,6 iar în locul lui 1/7 = 0,143.

Distribuirea în 3 se formează pe baza a următoarelor rapoarte:

1. A/B>5/3 ; 2. 5/3>A/B>3/5 ; 3. A/B<3/5

Grupele astfel formate au diverse denumiri.In grupele împărţite în 5,în relaţia 1,lângă numele A-fiindcă A depăşeşte în măsură foarte mare pe B-legăm atributul PER.In relaţia 2 domină A asupra lui B şi lângă numele A punem prefixul DO sau DOM.In relaţia 3,A şi B sunt în echilibru termodinamic.Această relaţie se notează cu numele lui A şi B(scris împreună).In relaţia 4 domină B asupra lui A,atunci scriem numele B cu cuvântul DO sau DOM.In sfârşit,în relaţia 5, B depăşeşte foarte mult pe A şi vom pune înaintea lui B cuvântul-PER.

Pe baza acestora:clasa I-PERSALAN,a II-a DOSALAN,aIII-a SALFEMAN,aIV-a DOFEMAN şi a V-a PERFEMAN.

Primele trei clase I-III pe baza raportului mineralelor standard Q,F,L,C şi Z (cuarţ,feldspaţi,feldspatoizi,corindon şi zircon) QFL/CZ se pot împărţi în <u>cinci subclase</u>.

Clasele IV şi V se împart în 5 subclase pe baza grupului de minerale P,O,M şi A după raportul POM:A(subclasele sunt reprezentate prin cifre arabe).

Subclasele claselor I,II şi III se împart în 10 ordine,pe baza rapoartelor Q/F şi L/F.Ţinând cont de faptul că în ordinele Q/P<1/7 şi L/F<1/7 predomină feldspaţii şi ca atare sunt identice,în loc de 2x5 ordine,vor fi numai 9.Acestea sunt:

1. Q/F>7/1 PERVARIAC ; 5.(Q sau L)/F<1/7 PERFELIC
2. 7/1>Q/F>5/3 DOVARIAC 6. 3/5>L/F>1/7 LENDOFELIC
3. 5/3>Q/F>3/5 CUARFELIC 7. 5/3>L/F>3/5 LENFELIC
4. 3/5>Q/F>1/7 CUARDOFELIC 8. 7/1>L/F>5/3 DOLENIC
9. L/F>7/1 PERLENIC .

Pe lângă ordine se scrie şi numele format din minerale.CUvântul CUAR(din cuarţ),FEL(din feldspaţi) iar LEN din LENADE(feldspatoizi,leucit,nefelin).

Subclasele claselor IV şi V sunt împărţite după grupele de minerale P,O,M în 5 ordine,pe baza raportului P+O/M.Numele ordinelor formate din aceste minerale:PERPOLIC,DOPOLIC,POLMITIC,DOMITIC şi PERMITIC.Cuvântul POL derivă din iniţialele PIROXENULUI şi OLIVINEI,iar MIT din iniţialele MAGNETITULUI,ILMENITULUI şi TITANITULUI.

După mineralele P şi O cele trei ordine ale claselor IV şi V se împart pe baza raportului P/Q în 5 secţiuni.Numele secţiunilor:PERPIRIC,DOPIRIC,PIROLIC,DOMOLIC şi PEROLIC.Cuvântul PIR derivă de la piroxen,iar OL de la OLIVINE.

Ultimele două ordine a claselor IV şi V,după mineralele H şi T,pe baza raportului H/T-în loc de secţiuni-se împart în 5 subordine.Numele acestora:PERHEMIC,DOHEMIC,TILHEMIC,DOTILIC şi PERTILIC Cuvântul HEM derivă de la HEMATIT,iar TIL de la TITANIT şi ILMENIT.

Ordinele claselor I,II şi III după moleculele K_2O' şi Na_2O' aflate în feldspaţi şi feldspatoizi în raport cu numărul moleculelor de CaO',aflate în feldspaţi şi feldspatoizi=$K_2O' + Na_2O'$: CaO' se împart în 5 şiruri.Având în vedere că este vorba de K_2O,Na_2O şi CaO aflaţi exclusiv în feldspaţi şi feldspatoizi-pentru a le distinge de celelalte le notăm cu o virgulă.Numele şirurilor vor fi: PERALCALIC,DOMACALIC,ALCALICALCIC,DOCALCIC şi PERCALCIC.In clasele I,II şi III şirurile se împart în subşiruri pe baza raportului molecular K_2O'/Na_2O' aflaţi în feldspaţi şi feldspatoizi.In primele trei ordine ale acestor clase distingem 5,iar în ultimele două ordine deosebim 3 subşiruri.Numele subşirurilor împărţite în cinci sunt:PERPOTASIC,DOPOTASIC,SODIOPOTASIC,DOSODIC şi PERSODIC,iar numele subşirurilor împărţite în trei vor fi:PREPOTASIC,SODIOPOTASIC şi PRESODIC.

In caz de necesitate,subşirurile claselor IV şi V pot fi împărţite în secţiuni,după raportul MgO:($FeO + Na_2O^m + K_2O^m$),iar acestea în subsecţiuni,după raportul Na_2O^m / K_2O^m .

Urmează împărţirea în GRADE pe baza raportului dintre mineralele standard SALICE şi FEMICE-luînd în considerare pe cele subordonate.După calcularea locului rocii în sistematică putem scrie şi simbolul rocii.Simbolul este format din PATRU SEMNE.In simbol,pe locul întâi stă CLASA redată prin cifre romane,pe al doilea ORDINUL,al treilea SIRUL iar pe locul patru SUBSIRUL(cu cifre arabe).

Compoziţia normativă, C.I.P.W pentru un bazalt

	SiO_2	TiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	MnO	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	H_2O	P_2O_5	Compoziţia mineralogică %
%	49,55	2,30	15,62	1,86	7,77	0,17	7,59	8,23	3,46	1,90	0,46	0,61	100,19
pr.moleculare	826	29	153	12	108	2	188	147	56	20	26	4	
pr.mol.însumate	826	29	153	12	110		188	148	56	20		4	Prop. %
Ilmenit	-	29	-	-	29		-	-	-	-	-	-	29 4,40
Apatit	-	-	-	-	-		-	13	-	-	-	4	4 1,34
Calcit	-	-	-	-	-		-	1	-	-	-	1	1 0,10
Ortoclaz	120	-	20	-	-		-	-	-	20	-	-	20 11,13
Albit	336	-	56	-	-		-	-	56	-	-	-	56 29,37
Anortit	154	-	77	-	-		-	77	-	-	-	-	77 21,42
Magnetit	-	-	-	12	12		-	-	-	-	-	-	12 2,78
Diopsid $CaO.SiO_2$	57	-	-	-	-		-	57	-	-	-	-	57 6,62
Diopsid $MgO.SiO_2$	42	-	-	-	-		42	-	-	-	-	-	42 4,22
Diopsid $FeO.SiO_2$	15	-	-	-	15		-	-	-	-	-	-	15 1,98
Hiperst. $MgO.SiO_2$	3						3	-	-	-	-	-	3 0,30
Hiperst. $FeO.SiO_2$	1	-	-	-	1		-	-	-	-	-	-	1 0,13
Olivine $2MgO.SiO_2$	71	-	-	-	-		143	-	-	-	-	-	71 9,99
Olivine $2FeO.SiO_2$	27	-	-	-	53		-	-	-	-	-	-	27 5,50
Total	826	29	153	12	110		188	148	56	20	-	4	- 99,28

In probă s-a mai determinat: Cr_2O_3-0,01%; NiO-0,02%; BaO-0,01%; Li_2O-urme; S-urme şi V_2O_3-0,03%

H_2O + alţi oxizi	0,93
TOTAL	100,21

Sistematizarea rocii

Ortoclas		11,13		
Albit		29,37	F = 61,92	SAL 61,92
Anortit		21,42		
Diopsid	$CaO.SiO_2$	6,62		
	$MgO.SiO_2$	4,22		
	$FeO.SiO_2$	1,98	P = 13,25	
Hiperst	$MgO.SiO_2$	0,30		
	$FeO.SiO_2$	0,13		
Olivine	$2MgO.SiO_2$	9,99	O = 15,49	FEM=37,36
	$2FeO.SiO_2$	5,50		
Magnetit		2,78	M = 7,18	
Ilmenit		4,40		
Apatit		1,34	A = 1,44	
Calcit		0,10		

SAL/FEM = 61,92/37,36=1,657....clasa III,SALFEMAN

QFL/CZ = 61,92/0 = ∞ subclasa I,PERSALON

Q / F = 0 / 61,92 = 0.... ordin 5, PERFELIC

$\frac{K_2O' + Na_2O'}{CaO'} = \frac{20+56}{77} = \frac{76}{77}$ = 0,99..şir 3,ALCALICALCIC

K_2O'/ Na_2O'=20/56 = 0,36.....subşir 3,PRESODIC

(P+O)/M =(13,25 +15,49):7,18=28,74/7,18=4 grad 2 DOPOLIC

P/O = 13,25/15,49=0,86..... secţiunea 2,PIROLIC

$\frac{MgO + FeO + (Na_2O^m + K_2O^m)}{CaO^m}$ = 248/71=4,20 .....subrang 2

$\frac{MgO}{FeO+(Na_2O^m+K_2O^m)} = \frac{188}{110}$ = 1,71..... secţiune 2

Tipul B,simbolul rocii: $III_{I.}$ 5.3.3.2.2.2.2.

V.5.Metoda Köhler şi Raas

Utilizează analizele chimice şi reprezentările grafice la stabilirea genezei rocilor.Proiecţiile folosite până în prezent nu sunt corespunzătoare în cazul granitelor hibride şi a rocilor alterate prin aport de alcalii şi care se dispun în câmpul granitelor sau dioritelor.Köhler şi Raas încearcă prin metoda lor de reprezentare să evidenţieze fenomenul şi să determine mai precis

tipurile de roci atlantice,pacifice şi intermediare (mediteraneene).

In calcul utilizează în locul valorilor moleculare cele ATOMICE(pornind de la faptul că în reţelele cristaline atomii se înlocuiesc unii cu alţii).Astfel se dublează valorile moleculare ale următorilor oxizi:Al_2O_3,Cr_2O_3,Fe_2O_3,Na_2O,K_2O,Li_2O,P_2O_5 iar la ceilalţi oxizi valorile moleculare se transformă în atomice:SiO_2, TiO_2,FeO,MnO,CaO şi BaO.

Grupele trebuie să fie alese în aşa fel încât să exprime componenţii mineralogici principali ai rocilor.După autori,o rocă se caracterizează în primul rând prin cantitatea de cuarţ liber sau prin lipsa lui,apoi prin feldspaţi şi minerale femice,nu prin cantitatea oxizilor de aluminiu,calciu etc.

In privinţa Si,trebuie examinată poziţia acestuia în tetraedrul SiO_4 în feldspaţi.La calcularea Si legat se ţine cont de faptul că în feldspaţii alcalini atomii de K,Na,Rb,Cs necesită 3Si(Li poate fi neglijat),iar cationii Ca,Ba,Sr necesită numai 2Si,deoarece în anortit un siliciu este substituit cu aluminiu. <u>Cationii femici</u> Mn,Mg,Fe^{2+},Fe^{3+},Ti,Cr,Zr,Li şi Ca legat de anortit necesită un siliciu.Dacă,notăm cu si totalitatea atomilor de Si,iar cu si'-atomii de siliciu legaţi-atunci notăm numărul de atomi al alcaliilor cu alk,iar a atomilor femici cu fm vom avea:

si = 3alk+ 2.Ca(Ba,Sr)feldspat + 1(fm + excesul de Ca).

Din totalul atomilor de si,pe cei legaţi de tetraedru nu-i luăm în considerare şi în acest caz rolul principal îl are cuarţul liber reprezentat prin +qz.Punctul culminant va fi cel al feldspaţilor F-valoarea lui F este dată de cantitatea alcaliilor (- Li),calciului,bariului,stronţiului legate de aluminiu.Ultimul punct culminant-fm, a cărui valoare reprezintă suma Fe^{2+},Fe^{3+}, Mn,Mg,Ti,excesul de Ca,Cr,Zr,Li şi eventual cel de Al.

Aluminiul substituie siliciul în coordinaţia tetraedrică, excesul se determină din Al^{3+} dispus în afara tetraedrului de $(Si,Al)O_4$.

Fosforul trebuie legat în apatit,dar pornind de la formula $Ca_5(PO_4)_3(F,OH,Cl)$ scădem 5/3P din Ca,deoarece acest calciu,nu se leagă în silicaţi.Metoda nu ia în considerare conţinutul în apă a rocii.

V.5.a. <u>Modul de calcul</u>

Iniţial scădem calciul blocat în apatit din numărul atomilor de calciu.Calculele se diferenţiază astfel:

I alk + 2(Ca,Ba,Sr) $\geq$ Al $\geq$ alk ;
II alk + 2(Ca,Ba,Sr) $>$ Al $<$ alk(exces alcalii);
III alk + 2(Ca,Ba,Sr) $\leq$ Al (exces de Al)

I.Cantitatea de Al este mai mică decât dublul sumei numerelor atomice de alcalii,Ba,Ca,Sr dar suficientă pentru legarea totală a alcaliilor.Din cauza deficitului de aluminiu numai o parte din calciu se va calcula ca ANORTIT,excesul de calciu fiind în mineralele femice.Acesta este cazul cel mai frecvent.Ca exemplu autorii au ales un GRANIT BAZIC a cărui calcul se prezintă în tabelul XVI.

Tabelul XVI

Parametrii Köhler şi Raaz la un granit bazic

Oxisi	%	proporţii atomice	parametrii Köhler,Raaz
SiO_2	65,15	10.842	
Al_2O_3	13,54	2.656	
TiO_2	0,84	105	1327 + 127 = 1454 = fm
Fe_2O_3	3,05	382	
FeO	3,83	533	
MnO	0,10	14	
MgO	1,18	293	
CaO	2,81	501 - 70 = 431 -127 = 304 = c	
Na_2O	3,71	1.197	2048 = alk
K_2O	4,01	851	
P_2O_5	0,30	42	

1.scădem din numărul atomic al calciului (501) 5/3 din numărul atomic de P,deci în calcul rămân 431Ca; (alk+2Ca)=2048+862 = = 2910.Deoarece valoarea Al este mai mică decât 2910 cu 254,jumătate din acest deficit nu se poate calculă ca ANORTIT,unde fiecare Ca va necesita 2AL.Deci 127Ca se adaugă la cationii femici,a căror sumă va fi 1327+127 = 1454.In schimb calciul se va micşora cu 127 şi în loc de 431,va fi 304.

Repartiţia siliciului se face plecând de la "si" -totalul atomilor de siliciu legaţi:

alk.....2048.3=6144
c ..... 304.2= 608
fm.....1454.1=1454

si'..... 8206

Totalitatea de Si scăzută va fi si'= 10.842 - 8206=+2636= +qz,valoarea punctului F va fi:2048(alk)+304(c)=2352,iar a punctului fm va fi:1327+127(care reprezintă surplusul de calciu)=1454.

Valorile recalculate la 100 vor fi:

qz =+40,9 ; F = 36,5 ; fm = 22,6 ;

F - fm = + 13,9

Cazul II.Suma alcaliilor este mai mare decât a aluminiului. Din acest motiv nu se leagă totalitatea alcaliilor în feldspaţi, ci o parte se leagă de augitul alcalin,iar altă parte de amfibolii alcalini(riebeckit).In acest caz nu se poate calcula ANORTITUL,deoarece nu rămâne Al suficient pentru legarea calciului.Se prezintă calculul unui comendit(echivalentul vulcanic al leucogranitului).

Oxidul	%	Numere atomice	
SiO_2	73,72	12 268	
Al_2O_3	11,06	2170	
TiO_2	0,30	38	
Fe_2O_3	3,08	386	
FeO	1,04	145	640+34+218=892
MnO	0,05	7	
MgO	0,26	64	
CaO	0,32	57	scăzut 23 = 34,scăzut 34 = 0 = c
Na_2O	4,48	1445	2388,scăzut 218=2170
K_2O	4,44	943	2170 = alk
P_2O_5	0,10	14	

După scăderea din totalul calciului a 5/3P(=23Ca) rămân 34 Ca care se leagă la "fm".(Alk-Al = 218),excesul de alcalii nu se poate lega în feldspaţi ci de piroxenul alcalin(egirin).

Valoarea de 218 care reprezintă diferenţa dintre alcalii şi aluminiu se leagă de "fm".După aceasta se calculează silicifierea 3x2170 + 1x892 = 7402.Totalitatea Si - si' = 12268-7402 = + 4866= = +qz.Punctul feldspatului F se calculează astfel:la valoarea de 2170 a alcaliilor blocate în feldspaţi se adună 218 alk,deci legate de egirin şi o valoare echivalentă de Fe^{3+}(218),care este egală cu valoarea alk determinată din totalul alcaliilor şi egirin. Valoarea F va fi:2170+218+218(Fe^{3+})=2606.Numărul corespunzător lui fm=640+34-218 = 456.Valorile recalculate la 100 vor fi: qz =+61,4; F = 32,9 ; fm = 5,7 iar diferenţa F - fm = + 27,2.

Cazul III. Acest caz se întâlneşte la granitele cu muscovit, la gnaise, la rocile metamorfice hibride (orto+para). Calculul se realizează astfel încât să iasă în evidenţă caracterul ortho sau para al rocilor.

In acest caz ar fi corect ca totalul alcaliilor să fie calculat în feldspaţi. Surplusul de aluminiu trebuie calculat la muscovit, în care se află mai mult Al decât în feldspaţi. In tetraedrii de SiO_4 din formula cristalochimică a muscovitului $KAL_2(AlSi_3O_{10})\cdot(OH,F)_2$, Si este substituit cu 1/3 Al, luându-se în calcul numai 2/3 din Al. Având în vedere că în muscovit potasiul este egal cu 1/3, în cazul unui exces de Al-presupus "x", calculul se realizează scăzând x/3K din POTASIUL TOTAL şi adăugând 2/3x, mărindu-se în acest mod valoarea "fm".

La formarea muscovitului luăm x/3 potasiu din feldspaţi şi astfel excesul iniţial de Al creşte cu x/3. Această parte de Al o luăm în considerare ca SILLIMANIT $Al^{VI}(Al^{IV}SiO_5)$. La acest mineral un singur Al nu este legat de Si, fiind legat în fm.
La determinarea valorii "fm" se ia numai jumătate din valoarea x/3, adică x/6 deoarece din cei doi aluminiu numai unul se leagă de "fm". Cum însă sillimanitul necesită x/3 Si, valoarea "si" (adică atomii de siliciu legaţi) trebuie mărită cu x/6, reducându-se cu aceeaşi cantitate x/6-valoarea qs-lui. Prezentăm modul de calcul la un paragnais (Tab. XVIa)

PARAMETRII KÖHLER-RAAZ, la un paragnais

Oxidul	%	Numere atomice	
SiO_2	70,28	11696	
Al_2O_3	15,60	3060	
TiO_2	0,45	56	
Fe_2O_3	0,26	33	
FeO	3,76	523	1131 = fm
MnO	0,09	13	
MgO	2,04	506	
CaO	0,99	177	182 = c
BaO	0,08	5	
Na_2O	2,15	694	1229 = alk
K_2O	2,52	535	
S	0,04	12	

Determinăm surplusul de Al:3060-1593(alk+2c)=1467.0 treime 1/3 din excesul de Al = 489,iar o şesime(1/6) = 245.

Inainte de a calcula muscovitul şi sillimanitul repartizăm silicea,deoarece la saturarea muscovitului este necesară o cantitate de 3x siliciu.Astfel: 3.1229 + 2.1119[M] =5170.qz=11696-5170= = + 6526.Pe baza celor menţionate,qz-ul final va fi redus cu valoarea corespunzătoare 1/6 a excesului de Al:6526-245 = + 6281. Pentru F avem: 1229(alk)- 489(1/3 excesul de Al)= 740,la care se adaugă 182(Ca,Ba)=922.In final,calcularea lui fm:1131+1467 (totalitatea Al în exces)+245(1/6 din excesul de Al) = 2843.

Recalculăm la 100 : qz = + 62,5;F = 9,2; fm = 28,3; şi F - fm = - 19,1.

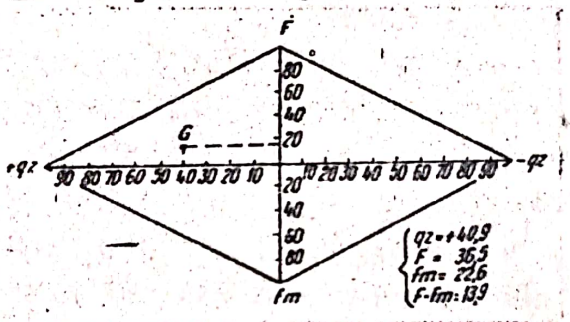


Fig.17. Reprezentarea grafică a valorii mediane,la un granit bazic(Köhler şi Raaz,1951).

Reprezentarea grafică a metodei Köhler-Raaz se realizează în două triunghiuri echilaterale cu o latură comună,după ce valorile qz,F şi fm au fost recalculate la 100 (fig. 17).In colţurile celor două triunghiuri se află punctele culminante,adică valorile maxime(100%) de qz,F şi fm,iar punctele de proiecţie a rocilor se dispun în interiorul unui triunghi.Pentru fixarea punctului de proiecţie al rocii se numără-din CENTRU-pe dreapta corespunzătoare,valorile obţinute prin calcul.Prin aceste puncte se duc paralele cu liniile punctelor culminante,intersecţia acestora reprezintă locul de proiecţie a rocii considerate.

Punctul de proiecţie poate fi obţinut şi din valoarea a două puncte.In acest caz triunghiul se aşază în poziţia în care înălţimea este abscisa,iar baza ordonata.Pe abscisă se citeşte valoarea qz.Pe ordonată plecând de la zero,numărăm diferenţa F - fm,dacă este (+) se proiectează de la zero în sus,în cazul valorii(-),în jos.Pentru uşurarea reprezentării,abscisa este împărţită în 100,iar ordonata în 200(0 +100 şi 0 - 100).

V.6.Metoda Kuznețov(fide Cetverikov,1956)

Propusă în anul 1947 încearcă să elimine deficiențele metodelor petrochimice anterioare.Este îmbunătățită de Cetverikov(1956). Încearcă să exprime compoziția rocii în mărimi mineralogice utilizând concomitent DATELE ANALIZELOR CHIMICE și MINERALOGICE CANTITATIVE,în urma planimetrării secțiunilor subțiri.Permite executarea unor proiecții cu caracter fizico-chimic.

Parametrii calculați sunt Q,M(mineralele MELANOCRATE),C și A, cei suplimentari:q,Mt,Sod,sod,cs',fo',fa, k , $\bar{c}$ și n.

Proiecția valorilor se realizează într-un tetraedru drept propus de Zavarițki,dar în care se proiectează alte valori(fig.18)

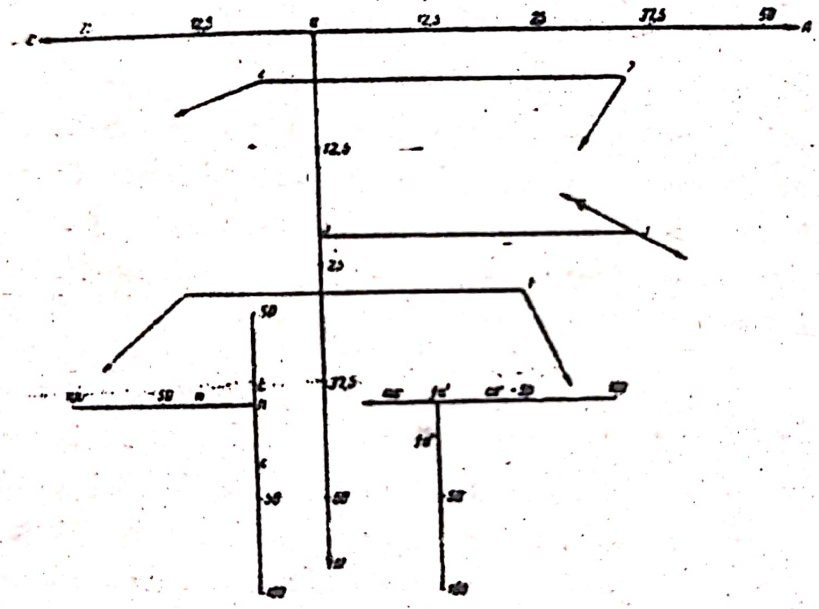


Fig.18.Diagrama Kuznețov 1.Bazalt; 2.Granit.

Compoziția mineralelor LEUCOCRATE se precizează cu ajutorul mărimilor A și C,formate din Kp,Ne și Cal:

$$k = \frac{Kp}{Kp + Ne + Cal}.100 \quad ; \quad n = \frac{Ne}{Kp + Ne + Cal}.100$$

$$\text{și} \quad c = \frac{Cal}{Kp + Ne + Cal}.100$$

în care K=component ORTOCLAZIC,n=component ALBITIC și c=component ANORTITIC.

In cazul rocilor suprasaturate în alcalii,c lipsește datorită lipsei aluminiului necesar formării ANORTITULUI,acesta este în-

locuit prin $\bar{c}$ care preciseaza excesul atomilor de sodiu asupra celor de aluminiu(inversul lui c).In aceasta situatie,marimile k,n si $\bar{c}$ se calculeaza in alt mod: k = K/(K+Na).100 ; n = Na^a(alumosilicatic)/(Na+K).100 si $\bar{c}$ = Na^m(melanocratic): :(Na+K).100.

In situatii rare cand K +Na - Al > Fe^{3+},nu este posibila legarea Na cu suma Al+Fe^{3+} si in aceasta situatie"EXCESUL de Na" se va bloca in SODALIT,un alumosilicat complex.Astfel,sodiul sodalitic(Sod) va intra in parametrul n.

$$\frac{Na - Fe^{3+}}{K + Na}.100 = \left[\frac{Al - K}{K + Na}100 + \frac{K + Na - (Al + Fe^{3+})}{K + Na}.100\right]$$ in care:

$\frac{K + Na - (Al+Fe^{3+})}{K + Na}:100$ reprezinta SODALITUL iar $\bar{c} = \frac{Fe^{3+}}{K+Na}$

Relatia dintre componentele leucocrate se exprima printr-un vector in punctul figurativ din stanga.In rocile suprasaturate in alcalii se construieste un singur punct in partea dreapta a diagramei,marimea " n" se proiecteaza din acelasi punct orientat spre dreapta jos,iar $\bar{c}$ in stanga sus.

Valorile parametrilor secundari se proiecteaza la o scara de 5 ori mai mica,decat cei principali.Inclinarea apropiata de verticala a vectorului indica ROLUL DOMINANT al ANORTITULUI,lungimea lui depinde de participarea ORTOCLAZULUI la componenta salica.

Relatia din cadrul mineralelor melanocrate se detaliaza cu ajutorul caracteristicilor suplimentare:Cs',fo',fa' si ms'.In rocile seriei normale(CA) se calculeaza cs',fo' si fa' evidentiind rolul silicatului de Ca,Mg si Fe in structura MELANOCRATELOR.

$$Q = Si+Ti - (0,33A + 0,33Na + 0,5 Ac)$$

Clasificarea rocilor se realizeaza prin parametrul "q" ce reprezinta"SATURAREA ROCII in SiO_2".Impartirea pe clase se realizeaza prin cifre romane,cu diferentierea in functie de "q".Subclasele se noteaza cu cifre arabe(ce caracterizeaza continutul in anortit al feldspatului) si grupele(litere) in functie de raportul k : n(componentul ORTOCLAZIC si ALBITIC al feldspatilor).MAFICKLE se caracterizeaza prin raportul fo': fa',legat de reducerea importantei MgO.

CLASELE se dispun in ordinea cresterii lui "q",SUBCLASELE in ordinea reducerii lui "c";GRUPELE functie de raportul k : n. Sistematizarea rocilor dupa Knznetov,se prezinta in anexa 4.

V.6.a. Modul de calcul al parametrilor Kuznetov

1. Procentele oxizilor din analiza chimică se transformă în proporţii atomice;

2. Proporţiile atomice se grupează în moleculele Niggli

1) în cazul rocilor NORMALE

$$(K + Na + 2Ca) > Al > (K + Na)$$

mărimea Kp se obţine prin triplarea proporţiei potasiului $(xK+xAl+xSi)=3x$ molecule de Kp.

2) NEFELINUL prin triplarea proporţiei Na ;

3) Cal este egal cu $1,5(Al - Na + K)$

4) în rocile ULTRAALUMINOASE

$$(Al > K + Na + 2Ca).$$

Kp şi Ne se calculează ca la rocile normale Cal, se obţine prin triplarea calciului:

$$xCa + 2xAl = 3x\ Cal$$

5) în rocile ULTRAALCALINE ($K+Na > Al$) suma Kp+Ne este egală cu proporţia triplată a Al. Cal lipseşte. Se calculează exclusiv Kp şi Ne.

3. Pentru rocile NORMALE şi ULTRAALUMINOASE din Fe^{3+} se formează magnetit Mt-$1,5xFe^{3+}$ ($xFe^{3+}+0,5Fe^{2+} = 1,5$ Mt'. In rocile ALCALINE şi ULTRAALCALINE, Fe^{3+} legat în Mt' trebuie redus cu o anumită cantitate necesară formării EGIRINULUI (acmit) Ac' dedus din relaţia:

$$x\left[Fe^{3+} - (K + Na - Al)\right] + 0,5xFe^{2+} = 1,5xMt'.$$

Dacă în paranteză se obţine o VALOARE NEGATIVA atunci nu se va calcula Mt' şi din excesul de Na se va determina sodalitul Sod'

$$Sod' = K + Na - (Al + Fe^{3+}).$$

La analize complete se introduc şi ANIONII SUPLIMENTARI de Cl^-, OH^- sau SO_4^{2-}.

4. Stabilirea mărimii Ma', componenţii silicatici MELANOCRATI se face după proporţiile atomice de calciu rămas după determinarea lui Cal cât şi a Mn şi Fe^{2+} rămas după calcularea Mt'. In acest caz:

1) pentru rocile NORMALE la proporţia atomică a Mg se adaugă 1/2Si, obţinându-se 1,5xFe

$$Ma' = [(Ca - 0,33Cal) + (Fe^{2+} - 0,33Mt') + Mg].1,5$$

2) în rocile ULTRAALUMINOASE, în Ma' intră şi Al care se calculează din relaţia:

$$Al' = Al - (K + Na + 2Ca)$$

3) în rocile ULTRAALCALINE, parametrul Ma' se formează

din Cs,Fo şi Fa astfel:

$Ma' = 1,5\ [Cs + (Fe^{2+} - 0,33\ Mt') + Mg\ ]$,

dacă $Mt' = 0$, atunci $Ma' = 1,5\ (Ca + Fe^{2+} + Mg)$.

5. In rocile ultraalcaline în compoziţia melanocrateler intră şi EGIRINUL(ACMITUL) sau AMFIBOLUL ALCALIN(RIEBECKIT) notat cu Ac' ce se obţine prin înmulţirea cu 4 a excesului de Na.

$$xNa' + xFe^{3+} + 2xSi = 4x\ Ac'$$

Na' în acest caz va fi interpretat diferit:

- când $K + Na < Al + Fe^{3+}$ se determină EGIRINUL-Ac';
- în cazul când $K + Na > Al + Fe^{3+}$ atunci diferenţa $K + Na - (Al + Fe^{3+})$ se notează cu Sod'(SODALIT).

6. Mărimilr Ma', Mt' şi Ac' se însumează obţinându-se mărimea M', ce caracterizează partea MELANOCRATA a rocii.

$$M' = Ma' + Mt' + Ac'$$

7. A patra mărime Q' este egală cu proporţiile atomice de Si şi Ti, care nu participă la grupările A' şi M'. Se calculează din relaţia:

$$Q' = Si + Ti - (0,33A' + 0,33Ma' + 0,5Ac')$$

8. Pentru proiecţia în tetraedru mărimile A', C', M' şi Q' se recalculează în procente ca: A, C, M şi Q.

9. Partea melanocrată a rocii se recalculează pentru a evidenţia participarea mineralelor specifice.

1) pentru rocile NORMALE şi ULTRAALCALINE în cazul prezenţei Cs, Pa şi Fo se determină:

$$Cs' = \frac{Cs - 0,33Cal}{0,66Ma'} \cdot 100 = \frac{3Ca - Cal}{2Ma'} \cdot 100\ ;$$

$$fo' = Mg : 0,66Ma' \times 100 = (3Mg : 2\ Ma') \cdot 100\ ;$$

$$fa' = \frac{Fe^{2+} - 0,33Mt'}{0,66Ma'} \times 100 = \frac{3Fe^{2+} - Mt'}{2Ma'} \times 100\ ;$$

2) pentru rocile ULTRAALUMINOASE se calculează:

$$ms' = \frac{Al^{IV}}{0,56Ma' + Al^{IV}} \times 100 = \frac{3\ Al^{IV}}{2Ma' + 3Al^{IV}} \cdot 100\ ;$$

$$fo' = \frac{Mg}{0,66Ma' + Al^{IV}} \cdot 100\ ;\quad fa' = \frac{Fe^{2+} - 0,33Mt'}{0,66Ma' + Al^{IV}} \cdot 100 = \frac{3Fe^{2+} - Mt'}{2Ma' + Al^{IV}} \cdot 100\ ;$$

10. Pentru partea leucocrată se stabilesc caracteristicile:

1) pentru rocile NORMALE şi ULTRAALUMINOASE:

$k = \frac{Kp}{Kp+Ne+Cal} \times 100$; $n = \frac{Ne}{Kp+Ne+Cal} \times 100$; $c = \frac{Cal}{Kp+Ne+Cal} \times 100$;

2)pentru rocile ULTRAALCALINE

$k = K : (K+Na) .100$; $n = Na^{a}$(alumosilicatic)$/(Na+K) .100 =$

$= 0,33\ Ne/(K+Na) \times 100$; $\bar{c} = \frac{Na^{m}(mela)}{K+Na} .100 = \frac{Na + 0,33\ Ne}{K+Na} . 100$

Dacă din calcule rămâne un "exces de sodiu", grupa Sod'a atunci:

$k = \frac{K}{K+Na} .100$; $n = \frac{AL-K}{K+Na} .100 + \frac{K+Na-(Al+Fe^{3+})}{K+Na} .100$;

$$\text{și } \bar{c} = \frac{Fe^{3+}}{K+Na} . 100$$

11.Suprasaturarea sau deficitul în SiO_2 ($\pm$ q) se determină astfel:

1) în cazul rocilor NORMALE

$q = Q - [0,66(A+C) + 0,33\ Ma]$

2) în rocile ULTRAALUMINOASE

$q = Q - [0,66(A+C) + 0,33(Ma-Al^{a})]$

3) în rocile ULTRAALCALINE

$q = Q - (0,66A + 0,33Ma)$.

FORMULELE DE CALCUL, după KUZNETOV .

1.roci NORMALE $K+Na < Al < K+Na+2Ca$

$A' = 3(K+Na)$; $cs' = \frac{(Ca - 0,5[Al-(K+Na)]) .0,5}{Ma} .100$

$C' = 1,5[Al-(K+Na)]$; $fo' = 1,5Mg/Ma' .100$;

$M' = Ma' + Mt'$; $fa' = \frac{1,5(Fe^{2+} - 0,5Fe^{3+})}{Ma'} .100$

$Ma' = 1,5(Ca - 0,5[Al-(K+Na)] + Fe^{2+} .0,5Fe^{3+} + Mg)$.

$k = \frac{2K}{(K+Na)+Al} .100$; $n = \frac{2Na}{(K+Na)+Al} .100$

$Mt' = 1,5\ Fe^{3+}$ $\quad c = \frac{Al-(K+Na)}{(K+Na)+Al} .100$

$q' = Q - 0,33[2(A+C)+Ma]$.

Dacă $1/2\ Fe^{3+} > Fe^{2+}$ atunci în locul Mt', suma $Fe^{2+} + Fe^{3+}$ se notează cu Hm'. Observație.La determinarea lui q,se utilizează valorile Q,A,C,Ma și Al' recalculate în procente.

2.pentru rocile ULTRAALUMINOASE $Al > Na+K+2Ca$

$A' = 3 (K + Na)$ $\quad ms' = Al' : Ma' \times 100$;

$C' = 3\ Ca$ $\quad fo' = 1,5\ Mg/Ma' \times 100$;

$M' = Ma' + Mt'' = 1,5(Mg+Fe^{2+})+0,75\ Fe^{3+} + Al -(K+Na)-2Ca$

$fa' = 1,5(Fe^{2+}-0,5Fe^{3+})/Ma' \times 100$; $k = \frac{K}{(K + Na)+Ca} \times 100$;

$Ma' = 1,5\ Mg + 1,5(Fe^{2+} - 0,5Fe^{3+})+Al'$; $Al' = Al-(K+Na)-2Ca$;

$Mt' = 1,5Fe^{3+}$; $n = \frac{Na}{(K+Na)+Ca} 100$; $c = \frac{Ca}{(K+Na)+Ca} \cdot 100$;

$Q' = Si+Ti+0,25Fe^{3+}-[K + Na + 0,5Mg+0,5Fe^{2+}]$

$q = Q -[0,66(A+C) + 0,33(Ma-Al'')]$

Observaţie: In acele situaţii când $1/2Fe^{3+} > Fe^{2+}$-NU SE CALCULEAZA Mt'ci suma $Fe^{2+}+Fe^{3+} = Hm'$.Datorită absenţei Fe^{2+},mărimea $Q = Si+Ti -[K+Na + 0,5Mg]$.

I.6.a_1. Modul de calcul la BAZALT (tab.XVII).

1.Procentele oxizilor se transformă în proporţii atomice.

2.Stabilim apartenenţa rocii seriei NORMALE

$32(K)+100(Na)+2.160(Ca) > 308(Al) > 32(K)+100(Na)$

3.Calculăm cantităţile Kp,Ne şi Cal:

$Kp=32(K)x3 = 96$; $Ne =100(Na)x3=300$; $Cal = 1,5(308Al-132Na+K)= 264$

4.Determinăm Mt' $Mt' = 1,5x68(Fe^{3+}) = 102$

5.Calculăm mărimea Ma'

$Ma' = (160 -88)+153+(93-34).1,5 = 426$.

6.Se determină Q'

$Q' = 817+17 - 0,33x(96+300)+(0,33x426Ma') = 834-274 = 560$

7.Insumăm proporţiile atomice şi adunăm toate moleculele calculate,obţinem 1748.

8.Suma de 1748 se consideră egală cu 100% calculându-se toate moleculele în procente.

9.Calculăm valorile necesare proiecţiei A,C,M şi Q. $A = 5,4+17,1 = 22,6$; $C = 15$; $M = 5,8+24,7=30,5$; şi $Q = 32$.

10.Stabilim mărimile suplimentare cs',fo' şi fa'

$cs' = (160,3 - 264)/426,2 \times 100 = 216/852.100 = 25$;

$fo' = 153,3/852.100 = 54$; $fa' = (93,3-102)/852.100 = 21$.

11.Determinăm mărimile : k,n şi c.

$k = 96x100/(96+300+264)=15$; $n = 300/660x100=45$; $c=264/660.100=40$.

12.Ținând cont de proporția redusă a lui k, compoziția plagioclazului se determină din relația :

(k + n) : c = 60 : 40

Tabelul XVII

Calculul parametrilor Kuznetov pentru un BAZALT

Oxidul	%	Proporții atomice	MINERALE INITIALE Kp	Ne	Cal	Mt	Ma	Q
SiO_2	49,06	817	32	100			142	541
TiO_2	1,36	17	-	-	-	-	-	17
Al_2O_3	15,70	308	32	100	176.r	-	-	-
Fe_2O_3	5,34	68	-	-	-	68	-	-
FeO	6,37	89	-	-	-	34	59.r	-
MnO	0,31	4						
MgO	6,17	153	-	-	-	-	153	-
CaO	8,95	160	-	-	88	-	72	-
Na_2O	3,11	100	-	100	-	-	-	-
K_2O	1,52	32	32	-	-	-	-	-
H_2O	1,62	-					r=rest.	
P_2O_5	0,45	-						
Total		1748	96	300	265	102	426	558
Procente,%		100	5,4	17,1	15	5,8	24,7	32

Valori proiecție

A = 22,5(Kp+Ne)

C = 15 (Cal)

M = 30,5 (Ma+Mt)

Q = 32

Parametrii suplimentari

q = -1,2 fa′= 21

Mt = 5,8 k = 15

cs′= 25 c = 40

fo′= 54 n = 45

13.Calculăm suprasaturarea rocii în silice:

q =32 - (0,66.37,5+0,33.24,7) = - 1,2

După anexa 4 roca analizată se apropie de BAZALT.

V.6.a2 .Modul de calcul-GRANIT(tab.XVIII)

1.Procentele oxizilor se transformă în proporții atomice.

2.Determinăm încadrarea rocii la seria ULTRAALUMINOASA

284(Al) > 88(k)+112(Na)+69(2Ca-Ap=72-3) = 69.

3.Calculăm proporțiile de Kp,Ne și Cal astfel:

Kp = 88Kx3 = 264; Ne=112Nax3=336; Cal =(36-1,5)x3 = 104,4.

4.Calculăm Mt′ Mt′= 20(Fe^{3+})x1,5 = 30

5,Se determină Al′= 284-(88k+112Na+69Ca) = 15.

6.Calculăm Ma'

Ma'=[(27FeMn-10)+22] x 1,5 = 99

7.Stabilim valoarea Q'

Q'= 1169 + 5 -[0,33.600+0,33.59] = 954

8.Insumăm proporţiile atomice care sunt egale cu 1764 şi similare cu totalul mineralelor iniţiale(verificarea calculului).

9.Suma obţinută se recalculează la 100 pentru toate mineralele calculate.

Tabelul XVIII

Calculul parametrilor Kuznetov pentru un GRANIT

Oxidul	%	Proporţii atomice	Minerale initiale Ap	Kp	Ne	Cal	Al'	Mt	Fa	Fo	Ru	Q
SiO_2	70,18	1169		88	112				9	11		949
TiO_2	0,39	5	-	-	-	-	-	-	-	-	5	-
Al_2O_3	14,47	284	-	88	112	69	15.r	-	-	-	-	-
Fe_2O_3	1,57	20	-	-	-	-	-	20	-	-	-	-
FeO	1,78	25	-	-	-	-	-	10	-	-	-	-
MnO	0,12	2	-	-	-	-	-	-	17.r	-	-	-
MgO	0,88	22	-	-	-	-	-	-	-	22	-	-
CaO	1,99	36	1,5	-	-	34,5	-	-	-	-	-	-
Na_2O	3,38	112	-	-	112	-	-	-	-	-	-	-
K_2O	4,11	88	-	88	-	-	-	-	-	-	-	-
H_2O	0,84	-										
P_2O_5	0,19	1	1									
Total		1764	2,5	264	336	104	15	30	26	33	5	949
Procente,%		100	0,1	15	19	6	0,8	2	1	2	0,3	54

Valori proiecţie

A = 34
C = 6
M = 6
Q = 54

Parametrii suplimentari

q = +25
Mt = 2
ms'= 28
fo'= 41

fa'= 31
k = 37
e = 15
n = 48

10.Calculăm parametrii proiecţiei:A,C,M,Al" şi Q.A=15+19=34; C = 6 ; M = Ma+Al"+Mt=3+0,8+2 = 6 ; Q = 54.

11.Determinăm parametrii suplimentari ms',fo' şi fa'

ms'=(15.3)/(592+15x3).100=45/163.100=28; fo'= 22.3/(118+45).100=41;

fa'= 3.27 -30 /163x100 = 31.

12.Stabilim mărimile: k,e şi n.

$$k = \frac{264}{264+336+104} \times 100 = \frac{264}{704} \times 100 = 37 \; ; \; c = \frac{104}{704} . 100 = 15 \; ;$$

$$n = \frac{336}{704} . 100 = 48 \; ;$$

13. Compoziţia plagioclazului se determină ţinând cont de pătrunderea K în ortoclaz: c : (c+n) = 15x100/63 =24(OLIGOCLAZ).

14. Stabilim gradul de saturare a rocii în silice

$$q = 54 - (0,66.40 + 0,33.59) = + 27$$

Roca conţine cuarţ,ortoclaz,plagioclaz(OLIGOCLAZ) şi biotit. Utilisând anexa 4 aflăm că roca este un GRANIT.

Anexa 4

TABEL CU CARACTERISTICILE PETROCHIMICE ALE ROCILOR SI CLASIFICAREA LOR după Kuznețov(1955)

I. $q < -29$
- 1. $c > 56$
- 2. $56 > c > 25$
  - a) $k:n < 0,4$ — DUNIT
  - b) $0,60 > k:n > 0,39$ — HEIMEGIT
  - c) $1,0 > k:n > 0,59$
  - d) $k : n > 1$ — AUGITIT
- 3. $26 > c > 3$ — URTIT, IJOLIT
- 4. $3 > c > -10$

II. $+17 > q > -29$
- 1. $c > 40$
  - a) $k:n < 0,20$
  - b) $0,19 < k:n < 0,40$ — LHERZOLIT, PERIDOTIT AMFIBOLIC
  - c) $0,39 < k:n < 0,65$ — ALNÖIT
  - d) $k : n > 0,64$

III. $-18 < q < -12$
- 1. $c > 65$
- 2. $40 < c < 65$
  - a) $k : n < 0,17$ — PICRIT
  - b) $0,16 < k:n < 0,40$ — CORTLANDIT
  - c) $k : n > 0,39$
- 3. $25 < c < 41$
  - a) $k : n < 0,40$ — AUGITIT, BAZANIT NEFELINIC
  - b) $0,39 < k:n < 0,58$ — BAZANIT

c) k : n > 0,39

4. 7 < e < 26

a) k:n < 0,45

b) 0,44 < k:n < 1,00 FONOLIT LEUCITITIC

c) 0,99 < k:n < 2,00 SHONKINIT, LEUCITIT

d) k:n > 1,99 MISSOURIT

5. 0 < e < 8

a) k:n < 0,45 = TINGUAIT, FONOLIT

b) 0,44 < k:n < 0,70 THERALIT, MIASKIT

c) k : n > 0,69

6. 0 > e ($\bar{e}$)

a) k:n < 0,40 LUJAURIT

b) k:n > 0,39

IV - 5 > q > -13

1. e > 50

a) k:n < 0,4 GABBROU OLIVINIC

b) k:n > 0,39 NORIT OLIVINIC

2. 35 < e < 49

a) k:n < 0,20 = BEERBACHIT

b) 0,19 < k:n < 0,40 BAZALT, DIABAZ, ANDEZIT cu Hb.

c) k:n > 0,39 = CAMPTONIT, IJOLIT

3. 20 < e < 35

a) 0,30 > k:n ESSEXIT

b) 0,29 < k:n < 0,4 TRAHIDOLERIT, TESCHENIT

c) 0,39 < k:n < 1,00 = MONCHIQUIT

d) 0,99 < k:n = MINETTE

4. 5 < e < 21

a) k:n < 0,30

b) 0,29 < k:n < 0,50 HORNBLENDIT, BAZALT ANALCIMIC

c) k:n > 0,49

5. e < 6

V. 0 > q > -6

1. e > 60

2. 50 < e < 61

a) k:n < 0,20 ANORTOZIT

b) 0,19 < k:n < 0,30 GABBROU, NORIT

c) k:n (0,29 < 0,55) WEBBSTERIT

d) k:n > 0,54

3. $39 < o < 51$
   a) $k:n < 0,25$
   b) $0,24 < k:n < 0,40$ BAZALT OL,DIABAZ,MELAFIR
   c) $k:n > 0,39$ TEFRIT LEUCITIC
4. $2 < o < 40$
   a) $k:n < 0,35$ BAZALT,ANAMEZIT,OB.ESSEXITIC
   b) $0,34 < k:n < 0,69$ SIENIT,MONZONIT,mKERSANTIT
   c) $0,79 < k:n < 1,45$ LATIT,Q-LATIT
   d) $k:n > 1,44$ TRAHIBAZALT
5. $o < 8$
   a) $k:n < 0,45$
   b) $0,44 < k:n < 0,56$ UMPTEKIT
   c) $0,55 < k:n < 1,00$
   d) $k:n > 0,99$

VI. $0 < q < 6$
1. $51 < o$
2. $52 > o > 20$
   a) $k:n < 0,30$ BAZALT CUARTIFER
   b) $0,29 < k:n < 0,45$ DIALLAGIT,mSPESSARTIT
   c) $0,44 < k:n < 0,90$
   d) $k:n > 0,90$ SIENIT CA MICACEU
3. $11 < o < 21$
   a) $k:n \leq 0,41$ TRAHIANDEZIT
   b) $0,40 < k:n \leq 0,91$ SIENIT CA,TRAHIT
   c) $k:n > 0,90$
4. $0 < o < 11$
   a) $k:n < 0,30$ MUGEARIT
   b) $0,29 < k:n < 0,45$
   c) $0,44 < k:n < 0,70$ TRAHIT alk,mBOSTONIT
   d) $k:n > 0,69$ SIENIT ALCALIN

VII. $18 > q > 6$
1. $o > 40$
   a) $k:n < 0,25$
   b) $0,24 < k:n < 0,40$ DIABAZ CUARTIFER,Q-GABBROU
   c) $0,39 < k:n < 1,00$
   d) $0,99 < k:n < 1,30$ m TINGUAIT
   e) $k:n > 1,29$

2. $-30 < e < 41$
   a) k:n <0,28 DIORIT,ANDEZIT cu Hb,ANDE-
   b) 0,27<k:n< 0,44ZIT cu AUGIT,ANDEZIT cu Hy
   c) k:n>0,45
3. $15 < e < 30$
   a) k:n <0,45 SIENIT,AKERIT x
   b) 0,44<k:n<0,75
   c) 0,74<k:n<1,00 TRAHIT CA,SIENIT CU HB,C.A.
   d) k:n >1,00
4. $1 < e < 16$
   a) k:n <0,40 PULASKIT
   b) 0,39< k:n< 0,60
   c) k:n>0,60
5. $0 < e$ PANTELLERIT

VIII $q > 17$

1. $e > 24$
   a) k:n <0,46 Q-DIORIT,DACIT,ANDEZIT Bi
   b) 0,45< k:n<0,55 TONALIT,GRANODIORIT
   c) k:n >0,55
2. $25 > e > 0$
   a) k:n <0,10
   b) 0,90<k:n<0,40 Q-KERATOFIR,TRONDHJEMIT
   c) 0,39<k:n<0,70 Alk.GRANIT,Q-MONZONIT,ALNOITx
   d) k:n>0,69 GRANIT,RIOLIT,Q-PORFIR,GRA-NIT CA,ALASKIT,APLIT GRANITIC, x BESCHTAUIT
3. $e < 0$ ($\bar{e}$)
   a) k:n <0,70 GRORUDIT
   b) 0,69< k:n<0,80 COMENDIT,PEZANITx
   c) k:n > 0,79

x roci filoniene lamprofirice(Na) şi bostonitice(K)

V.7.Metoda Stefanova(1980).

Această metodă petrochimică,are numeroase variante prin care compoziţia chimică a rocilor magmatice se transformă în minerale normative.Se utilizează PROPORTIILE ATOMICE (ca în metodele Zavariţki şi Kuznețov) obţinându-se proporţiile fiecărui mineral normativ,comparativ cu totalul proporţiilor atomice.Autoarea interpretează peste 2000 analize de roci magmatice,dovedind că nu există DIFERENTE SEMNIFICATIVE între compoziţia mineralogică REALA şi cea NORMATIVA.

Procentele mineralelor normative permit noi interpretări petrochimice şi clasificarea pe bază chimică a rocilor magmatice.

Se disting astfel două categorii de asociaţii minerale normative:1)roci plutonice având compoziţii mineralogice reale şi 2)roci vulcanice şi filoniene în care poate să apară STICLA VULCANICA.

Mineralele normative sunt următoarele:AF-feldspat alcalin; An-anortit;Ne(nefelin+kalsilit);Q-cuarţ,Fem-minerale femice(piroxeni,amfiboli,biotit);R-minerale opace(oxizi± sulfuri);Ap-apatit şi Cal-calcit.Compoziţia principalelor minerale normative este prezentată în tabelul XIX.

Tabelul XIX

Compoziţia mineralelor normative(Stefanova,1980)

Simbolul mineralului normativ	Molecula normativă (sau alţi anioni adiţionali)	Nr.atomi moleculă normativă	A/(Si+Al)	Si/Al
	Minerale normative principale			
Q	Si	1	-	-
An	$CaAl_2Si_2$	5	1:4	1:1
AF	$(K,Na)AlSi_3$	5	1:4	1:1
Ne	$(K,Na)AlSi$	3	1:2	1:1
Fem	$(Ti,Fe,Mn,Mg,Ca,Na,K)(Al,Si)-2$		1:1	3:1
R	Ti,Fe,Mn,Ca	1	-	-
Ap	Ca_5P_3	8	-	-
Cal	CaC	2	-	-
	Minerale normative secundare			
Le(Anc)	$(K,Na)AlSi_2$	4	1:3	2:1
Sd(Ne)	$3(K,Na)AlSiNa$	10	4:6	1:1
Hau(Can)	$3(K,Na)AlSiCa$	10	4:6	1:1.

Simbolul mineralului normativ	Molecula normativă (sau alţi anioni adiţionali)	Nr.atomi moleculă normativă	A/Si+Al	Si/Al
Ml	Ca_2MgSi_2	5	3:2	-
Ol	$(Mg,Fe)_2Si$	3	2:1	-
Ti	CaTiSi	3	2:1	-
Gr	$(Ca,Na)_3(Fe,Ti)_2Si_3$	8	5:3	-
Amf	$NaCa_2(Mg,Fe)_5Al_2Si_6$	16	8:8	3:1
Bi	$K(Mg,Fe)_3AlSi_3$	8	4:4	3:1
Acm	$NaFeSi_2$	4	2:2	-
Sh	$MgAl_2$	3	1:2	-
Ba	Na_6ZrSi_6	8	7:6	-
Ms	KAl_2AlSi_3	7	3:4	3:1
Kl	AlSi	2	1:1	-

s în piroxeni 1:1 sau 2:2;în amfiboli 8:8 sau 7:8;în biotit 4:4

Calculele petrochimice se realizează într-o succesiune LOGICA,exprimată prin următoarele asociaţii de minerale:

a) An >AF,Fem ± Q ; b)An < AF ,Fem ± Q; c) AF,Fem ± Q ;
d) AF>Ne,Fem ; e) AF<Ne,Fem ; f) Ne,Fem; g) Ne,Fem,R;
h) Ne,R.

Principalele elemente chimice se grupează în funcţie de rolul acestora în mineralele petrogene în trei grupe:

A = K + Na (sau A = Al în cazul când K+Na > Al)

B = $Ti+Fe^{3+}+Fe^{2+}+Mn+Mg+(Ca-Ca_{Ap}-Ca_{Cal})+(K+Na-Al)$

Grupa Si + Al.

După cum se cunoaşte,în majoritatea mineralelor magmatice aluminiul se prezintă în coordinaţia TETRAEDRICA,putând fi considerat drept component al unităţii anionice împreună cu Si,în gruparea alumosilicatică.Metoda legiferează numai o singură situaţie de coordinare OCTAEDRICA a aluminiului în MUSCOVIT,când apare o altă variantă de calcul.Na şi K datorită razelor ionice mari vor fi incluse în tectosilicaţi.Rolul dominant al alcaliilor comparativ cu al calciului din alumosilicaţi se determină cu ajutorul parametrului AF = 5A.Poziţia intermediară a Na,ce poate fi inclus cu elementele grupei B în compoziţia hornblendei şi mineralelor melanocrate alcaline,se va avea în vedere la interpretarea tuturor compoziţiilor AGPAITICE,la variantele BIOTIT-AMFIBOL-ACMITICE.

In ultima variantă se certifică participarea K în structura biotitului.Includerea elementelor alcaline în mineralele femice în cazul K + Na <Al reprezintă momentul interpretării rocilor magmatice alcaline.

Metoda Stefanova se distinge esenţial de metodele petrochimice anterioare(V.1,V.2,V.3,V.4,V.5 şi V.6) după modul de repartizare al aluminiului între mineralele normative.Astfel,în cazul când K+Na < Al,excesul de aluminiu △Al = Al-(K+Na) se va bloca cu calciul în molecula"ANORTITICA".In cazuri extrem de rare,când Al -(K+Na) > Ca ,aluminiul rămas se recalculează în SPINEL şi CORINDON.In mod curent,dacă Al -(K+Na) < Ca-excesul de Al se blochează în feldspatul plagioclaz.

Determinarea ANORTITULUI ţine cont de Al şă Si.Mineralele melanocrate calculate în cazul rocilor NORMALE şi ALCALINE (cu excepţia celor ultrabazice) sunt PIROXENII,AMFIBOLII şi BIOTITUL în care raportul dintre elementele grupei B şi suma Al+Si se consideră egal cu 1:1 (plus Al în cazul K+Na< Al).Dacă după consumarea Si şi Al pentru grupeţe A şi B,rămâne Si,atunci în compoziţia reală a rocii trebuie să existe minerale cu un conţinut ridicat de siliciu,mai mare decât a mineralelor normative AF şi Fem. In cazul "Fem" siliciul se combină cu Ti,Fe,Mg şi Mn.UNICUL ELEMENT ce produce minerale îmbogăţite în siliciu este CALCIUL.

In anortit raportul Ca : (Al,Si) este de 1:4 în loc de 1:1, în cazul Fem.Numărul atomilor de siliciu necuprinşi în AF şi Fem, precizează existenţa anortitului normativ.La transformarea elementelor grupelor A şi B în AF şi Fem se solicită mai mult siliciu şi în această situaţie feldspaţii alcalini se transformă în NEFELIN,în condiţiile absenţei totale a anortitului.Se obţin astfel două asociaţii antagonice de minerale normative An+AF+Fem± Q şi Ne ± AF + Fem ± R ,corespunzătoare rocilor magmatice NORMALE şi ALCALINE.

Unirea mineralelor femice în gruparea Fem se bazează pe următoarele:mineralele REALE piroxeni,amfiboli şi biotit se caracterizează printr-o mare variabilitate chimică,determinată de substituţiile izomorfe ale elementelor grupei B (Fe^{3+},Fe^{2+},Ti,Mn, Mg,Ca,Na,K) pe de o parte,cât şi a Si şi Al pe celelaltă.Separarea amfibolilor şi piroxenilor normativi nu permite evidenţierea unor tipuri petrografice,ci numai a unor varietăţi(granite cu hornblendă sau granite biotitice).Piroxenii şi amfibolii alcalini

indicatori ai alcalinităţii rocilor magmatice,nu se vor separa de Fem,deoarece prezenţa alcaliilor în Fem este evidenţiată de caracteristica petrochimică K_a.

Olivina normativă se va calcula numai în cazul rocilor ultrabasice pentru care raportul Ol:Fem se utilizează în clasificările actuale.Celelalte roci conţinând olivine(cu excepţia celor ultrabasice alcaline şi subalcaline) se consideră varietăţi ale rocilor lipsite de olivină.In olivine nu sunt blocate cantităţi ridicate de Ti,Fe^{3+} şi Ca.In acest caz se utilizează varianta cu cantităţi nelimitate de magnetit,ilmenit,melilit,titanit, MELANIT(andradit cu 8% TiO_2),perowskit,cuprinse în variante cu Fem şi R.

Tranziţia de la varianta oxidică,olivinică sau melilitică se realizează prin calcule petrochimice extrem de simple.

Caracteristica B este considerată INDICATOR CANTITATIV UNIVERSAL pentru rocile de compoziţii ultrabazice nesaturate în siliciu şi când pot fi substituite cu R-magnetit,ilmenit,perowskit poate fi utilizată în cazul special al ROCILOR ULTRABAZICE MINERALIZATE (oxizi± sulfuri).

Mult mai important este rolul şi conţinutul plagioclazului calcic de la GABBROU prin SIENIT spre GRANIT,până la dispariţia completă a acestuia,în SIENITELE NEFELINICE şi GRANITELE ALCALINE,pe fondul creşterii gradate a conţinutului în feldspat alcalin. Variaţia An,AF şi Ne în seriile rocilor normale şi alcaline este prezentată în fig.19

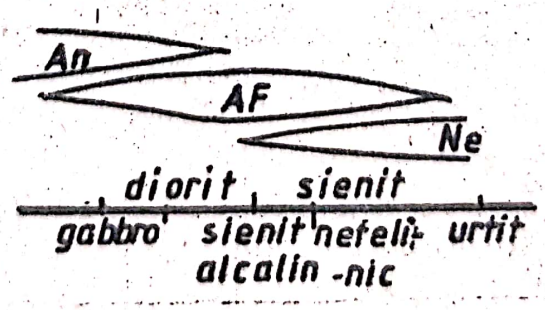


Fig.19 Variaţia An,AF şi Ne în rocile normale şi alcaline
An-anortit ;AF-feldspat alcalin ;Ne - nefelin.

Comportarea Na şi K se urmăreşte mult mai greu în cazul rocilor alcaline , în care Na şi K este componentul principal nu numai în feldspaţii alcalini dar şi în FELDSPATOIZI,PIROXENI şi AMFIBOLI ALCALINI.Variabilitatea compoziţională a ultimilor nu permite separarea exclusivă a Ab,Or şi detalierea petrochimică.

Unirea feldspaţilor alcalini în AF şi mineralelor melanocrate în Fem simplifică calculele petrochimice şi permite elaborarea unor diagrame de comportare a AF funcţie de mineralele leucocrate(An,Ne,Q) şi INDICELE DE CULOARE.

V.7.a.Modul de calcul

1.Procentele oxizilor din analiza de silicaţi(fără volatile) se recalculează în PROPORŢII ATOMICE.Totalul proporţiilor atomice se notează cu N.In cazul unor cantităţi ridicate de CO_2 primar la sumă se adaugă şă proporţiile atomice de carbon.

2.Din totalul atomilor de calciu se calculează APATITUL normativ Ca_{Ap}=1,67P (unde P este proporţia atomică a fosforului). Calciul rămas $Ca-Ca_{Ap}$ se notează cu Ca'.Rezultatele se corectează la unităţi.Dacă în rocă apare CALCIT MAGMATIC,se determină şi cel blocat în calcitul normativ.Ca_{Cal} = C (unde C indică proporţiile atomice de carbon) iar Ca' = $Ca - Ca_{Ap} - Ca_{Cal}$.

3.Din totalul proporţiilor atomice N calculăm numărul atomilor de Ca şi P ce intră în apatit Ap = Ca_{Ap}+P.Restul se notează cu N'.In prezenţa calcitului magmatogen N' = N -Ap-Cal,în care Cal = Ca_{Cal}+ C.

4.Se compară proporţiile atomice de alcalii şi aluminiu, fiind posibile două situaţii:

1) K + Na $\leq$ Al .Suma proporţiilor de K şi Na se notează cu litera A.Suma cantităţilor de Ti,Fe^{3+},Fe^{2+},Mn,Mg şi Ca' se notează cu B.In unele roci ultrabazice şi alcaline în caracteristica B se includ proporţiile atomice de Cr,Zr şi alte elemente rare.In lipsa P şi calcitului primar Ca' = Ca. Se urmăreşte raportul Ca': (Ti+Fe^{3+}+Fe^{2+}+ Mn + Mg).Dacă Ca' depăşeşte restul componentelor din grupa B,înainte de a trece la calcule vom stabili excesul de calciu.

(Ca)' = Ca' -(Ti+Fe^{3+}+Fe^{2+}+Mn+Mg) şi noua valoare va fi:

(B) = B - (Ca)'

2) K + Na > Al .Proporţiile atomilor de aluminiu se notează cu A.Suma cantităţilor de Ti,Fe^{3+},Fe^{2+},Mn,Mg,Ca' şi (K+Na - Al)'

se exprimă prin B.Urmărim valoarea raportului:

$(Ca' + K + Na - Al) : (Ti + Fe^{3+} + Fe^{2+} + Mn + Mg)$.

In cazul când acesta depăşeşte unitatea excesul de alcalii şi/sau calciu se determină cu formula:

$(Ca,Na)' = Ca' + K + Na - Al - (Ti + Fe^{3+} + Fe^{2+} + Mn + Mg)$

Caracteristica A precizează numărul maxim de MOLECULE de FELDSPATI ALCALINI,la un conţinut dat de alcalii sau aluminiu în cazul $K + Na > Al$,iar B sau (B)-numărul maxim de MOLECULE FEMICE pentru conţinutul dat de $Ti+Fe^{3+}+Fe^{2+}+ Mn + Mg+Ca' \pm (K+Na-Al)$. Caracteristica petrochimică(Ca)' este indicatorul potenţial al prezenţei ANORTITULUI,MELANITULUI,MELILITULUI,CALCITULUI,HAŬYNULUI şi CANCRINITULUI,iar (Ca,Na)' subliniază prezenţa lângă mineralele citate a SODALITULUI,NOSEANULUI şi EUDIALITULUI.

5. Se calculează $\overline{AF}$ şi $\overline{Fem}$. $\overline{AF}$ reprezintă numărul maxim de atomi ce poate intra în compoziţia feldspaţilor alcalini $\overline{AF}=5A$ iar $\overline{Fem}$-numărul maxim de atomi ce participă în mineralele melanocrate $\overline{Fem} = 2B$.In cazul suprasaturării în calciu şi/sau sodiu $\overline{Fem} = 2(B)$.

6.Urmărim relaţiile dintre suma $\overline{AF}+\overline{Fem}$ şi N'(în absenţa P şi calcitului primar $N' = N$.Calculele se realizează în funcţie de excesul în calciu şi/sau alcalii.Aceste caracteristici se adaugă la suma $\overline{AF} + \overline{Fem}$,urmărindu-se raportul:

Sunt posibile trei stuaţii

1. $\overline{AF} + \overline{Fem} = N'$ Raportul proporţiilor atomice a elementelor petrogene corespunde celui stoechiometric a mineralelor melanocrate(piroxeni,amfiboli,biotit) şi a feldspaţilor alcalini.Aşa numita"VARIANTA FELDSPATICA" reflectă compoziţia SIENITELOR ALCALINE conţinând feldspat în calitate de"UNIC MINERAL LEUCOCRAT.

2. $\overline{AF} + \overline{Fem} > N'$ .Inegalitatea dovedeşte că numărul atomilor de siliciu,necesar calculării $\overline{AF}$ şi $\overline{Fem}$ depăşeşte conţinutul din analiza de silicaţi.Redistribuirea siliciului se compensează prin transformarea AF în Ne şi a Fem în R.

a)<u>varianta nefelinică</u>.Pentru transformarea AF în Ne din fiecare moleculă feldspatică se extrag 2 atomi de siliciu.Numărul moleculelor AF,ce trebuie transformate în Ne se determină astfel:

$$A_{Ne} = 1/2 (\overline{AF} + \overline{Fem} - N')$$

b)<u>varianta oxidică</u>. Dacă după transformarea tuturor moleculelor de AF în Ne rămâne un deficit în siliciu,atunci $\overline{Ne} + \overline{Fem} > N'$ (în care $\overline{Ne} = 3A$) se va apela la transformarea unei părţi de $\overline{Fem}$

în R.Calcularea MAGNETITULUI,ILMENITULUI şi PEROWSKITULUI NORMATIV(cât şi a PIRITULUI,FLUORITULUI) nu se realizează în cazul prezenţei volatitelor în analiză(O_2,S,F),care nu participă la bilanţul elementelor petrogene.In acest caz se determină numai cantitatea cationilor B aflaţi în gruparea R.Pentru transformarea Fem în R,din fiecare moleculă de Fem se extrage câte un siliciu, astfel numărul moleculelor"Fem" transformate în "R" se determină cu formula:

$$R = \overline{Ne} + \overline{Fem} - N'$$

In cazul prezenţei (Ca)' sau (Ca,Na)' numărul atomilor de calciu şi/sau sodiu,aflaţi în exces se includ în R.

3. $\overline{AF} + \overline{Fem} < N'$.Excesul de siliciu se compenseză prin transformarea unei părţi de Fem în An sau se recalculează în Q.

a)<u>varianta anortitică</u>.Transformarea Fem în An se realizează prin adăugarea a trei atomi de Si şi Al la fiecare moleculă de Fem.Rezultă că numărul moleculelor de ANORTIT determinate de excesul în siliciu poate fi recalculat după formula:

$$C = 1/3 \left[N' - (\overline{AF} + \overline{Fem}) \right].$$

Determinarea anortitului este controlată şi de conţinuturile de calciu şi aluminiu.In măsura în care la fiecare moleculă de An va intra un atom de calciu,numărul atomilor de Ca' din grupa B determină numărul maxim al moleculelor posibile de ANORTIT,corespunzător $1/2 \left[Al - (K+Na) \right]$ va indica numărul maxim al moleculelor de An-legat de conţinutul de aluminiu al rocii.In cazul când $Ca' > 1/2 \left[N' - (\overline{AF} + \overline{Fem}) \right] < 1/2 \left[Al - (K + Na) \right]$ excesul de siliciu va intra integral în compoziţia anortitului,în timp ce în Fem vor rămâne unele proporţii atomice de calciu şi aluminiu.

Dacă Ca' sau $1/2 \left[Al - (K+Na) \right]$ sau suma celor două mărimi este mai mică decât $1/3 \left[N' - (\overline{AF}+\overline{Fem}) \right]$,numărul moleculelor de anortit va fi determinat de relaţiile dintre $1/2 \left[Al - (K+Na) \right]$ şi Ca'.In cazul $1/2\ Al - (K+Na) < Ca'$,excesul de aluminiu,comparativ cu alcaliile va fi blocat integral în anortit, o parte din calciu va rămâne în Fem şi invers,dacă $1/2 \left[Al - (K+Na) \right] > Ca'$,întreaga cantitate de calciu va fi înglobată în ANORTIT,iar excesul de aluminiu:

$Al' = Al - (K + Na + 2Ca')$ se va separa în caracteristici petrochimice distincte.In ambele cazuri siliciul rămas după transformarea unei părţi de Fem în An se recalculează în cuarţ normativ după formula:

$$Q = N' - (\overline{AF} + \overline{Fem} + An).$$

Dacă există Ca în exces (Ca)" apar două asociaţii normative 1)Fem+AF+An±(Ca)" la $1/4\left[N' - 2(B) - 5A - (Ca)'\right] \leq 1/2\left[Al - (K+Na)\right]$; 2)Fem + AF+An+Q +(Ca)" la $1/4\left[N' - 2(B) - 5A - (Ca)'\right] > 1/2\left[Al - (K+Na)\right]$.

b)<u>varianta cuarţiferă</u>. Dacă AF+Fem < N' şi K+Na > Al, excesul atomilor de siliciu se recalculează în cuarţ cu ajutorul formulei:

$$Q = N' - (\overline{AF} + \overline{Fem})$$

7. In celelalte situaţii, când varianta de calcul normativ necesită adaos de Al în Fem, se analizează conţinutul de Ca şi Al în mineralele femice Ca_{Fem} şi Al_{Fem}. Se disting astfel două tipuri petrochimice de compoziţii:

1. Compoziţii cu relaţii normale între componenţii Fem condiţionată de relaţia $Al_{Fem} \leq 1/2\ Ca_{Fem}$.

2. Compoziţii, suprasaturate în Al, cu $Al_{Fem} > 1/2\ Ca_{Fem}$. In cazul suprasaturării în aluminiu, considerând $Al_{Fem} = 1/2 Ca_{Fem}$ se determină aluminiu aflat în exces AL'.

a) dacă $AF+\overline{Fem} \geq N'$, $Al' = Al - (K+Na) - 1/2\ Ca_{Fem}$, unde $Ca_{Fem} = Ca'$, iar la suprasaturare în Al şi Ca-Ca_{Fem} = 1/2(B). Excesul în aluminiu se adaugă la suma AF+Fem, urmărindu-se relaţiile dintre $\overline{AF}+\overline{Fem}+Al'$ şi N' (urmăreşte varianta nefelinică şi oxidică de calcul). Această variantă se utilizează şi în cazul $\overline{AF} + \overline{Fem} < N'$, dacă $\overline{AF}+\overline{Fem}+Al \pm (Ca)' \geq N'$.

b) dacă $1/2\left[Al - (K+Na)\right] > 1/3\left[N' - (\overline{AF}+\overline{Fem})\right] < Ca'$ sau $Al-A-2Ca' \geq N' - 5A - 5Ca' - 2(B-Ca)'$ şi în acest caz:

$$Al' = Al - (K+Na) - 2Ca_{An} - 1/2(Ca' - Ca_{An}).$$

In acest caz repartiţia mineralelor normative trebuie să respecte următoarea condiţie:

$$\underset{AF}{5A} + \underset{Fem}{2(B - Ca_{An})} + \underset{An}{5\ Ca_{An}} + Al' = N'$$

de unde:

$$Ca_{An} = 1/3(2N' + Ca' - 8A - 4B - 2Al)$$

c) dacă $1/2\left[Al - (K+Na)\right] > 1/4\left[N' - 2(B) - 5A - (Ca')\right] < (Ca)'$ sau $1/2\left[N' - 5A - 2(B) - (Ca)' - (Al-A)\right] < (Ca)'$ şi atunci

$$Al' = Al - (K+Na) - 1/4(B) - 2Ca_{An}.$$

Repartiţia componentelor mineralelor normative trebuie să îndeplinească următoarea condiţie:

$$\underset{AF}{5\ A} + \underset{Fem}{2\ (B)} + \underset{An}{5\ Ca_{An}} + \underset{(Ca)"}{\left[(Ca)' - Ca_{An}\right]} + Al' = N'$$

de unde:

$$Ca_{An} = 1/3\left[4N' - 16A - 7(B) - 4Al - 4(Ca')\right].$$

8.Se calculează atomii ce intră în constituţia principalelor minerale normative.In acest caz,numărul moleculelor de Ne se multiplică de trei ori(numărul atomilor din nefelin(K,Na)AlSi). Numărul moleculelor anortitice " C " se multiplică de cinci ori.

In prezenţa anortitului,numărul atomilor din Fem va fi egal cu 2(B-C),iar în prezenţa R,Fem = 2 B -($\overline{Ne}$+$\overline{Fem}$ -H').Din A se calculează numărul moleculelor AF care trebuie transformate şi noua valoare A' = A - A_{Ne} se multiplică de cinci ori.Suma totală a proporţiilor atomice normative,incluzând şi caracteristicile Al',(Ca)' şi (Ca,Na)' care pentru fiecare asociaţie trebuie să corespundă cu N.

9.Calculăm procentele proporţiilor atomice ale mineralelor normative raportate la suma totală N,schema principalelor variante petrochimice este dată în tabelul XX.

Tabelul XXI

Calculul parametrilor Stefanova.GRANIT ULTRAALCALIN

Oxidul	%	proporţii atomice		Parametrii principali,suplimentari	
SiO_2	71,08	1183			
Al_2O_3	11,28	221A		135x2 = 270	15,3% Fem
TiO_2	0,40	5		221x5 =1105	62,8% AF
Fe_2O_3	4,28	54	108+	1375	
FeO	2,19	31	27	385 -	21,8% Q
MnO	0,11	1	135B	5	0,3% Ap
MgO	0,25	6			
CaO	0,84	14-3=11Ca'		Ka =1,12 ; K_k = 0,57	
Na_2O	4,92	158	248-221A=	$K_{si}=\frac{(1183-135-385)}{221}=3$	
K_2O	4,21	90	=27A_{Fem}		
P_2O_5	0,07	2+3=5Ap		K_{si}= 3	
		1765-5 = 1760 N'			

Tabelul XX

Variante petrochimice de calcul (Stefanova, 1980)

$K + Na \geq Al$

$\overline{AF} + \overline{Fem} < N'$ varianta cuarţiferă	$\overline{AF}+\overline{Fem} = N'$ feldspatică	$\overline{Ne}+\overline{Fem} < N'$ nefelinică
Fem AF Q $\pm$ Ap $\pm$ (Ca,Na) Granite alcaline agpaitice şi sienite cuarţifere Granit ultrasalcalin Hialopantellerit.	Fem AF $\pm$Ap$\pm$(Ca,Na)' Sienite agpaitice alcaline -	Fem AF Ne $\pm$ Ap$\pm$(Ca,Na)' Roci alcaline agpaitice$\pm$foide. Mariupolit Tavit

$K + Na < Al$.

$\frac{Al-(K+Na)}{2} > \frac{Al-(K+Na)}{2} > Ca' < \frac{Al-(K+Na)}{2}$	$\overline{AF}+\overline{Fem}=N'$	$\overline{Ne}+\overline{Fem} < N'$
$\frac{N'-(AF+Fem)}{3} < Ca' < \frac{N'-(AF+Fem)}{3} < \frac{N'-(AF+Fem)}{3}$		

$K + Na < Al$

varianta anortitică	varianta cuarţ-anortitică	feldspatică	nefelinică
Fem AF	Fem Q AF Al'	Fem AF Q	Fem AF	Fem AF

$K + Na < Al$

varianta anortitică	varianta cuarţ-anortitică	feldspatică	nefelinică	
An $\pm$Ap$\pm$Al'$\pm$(Ca)'	An $\pm$Ap	An $\pm$Ap$\pm$(Ca)'	Ne $\pm$Ap$\pm$(Ca)'$\pm$Al'	Ne $\pm$Ap$\pm$(Ca)$\pm$Al'
Gabbrou Anortozite Diorite Sienite Monzonit Sienit alcaline plumasitice $\pm$ anortit	Granit, granosienit, granodiorite, sienite cuarţifere, diorite cuarţifere, granite alcaline plumasitice sienit cuarţifer cu proporţii reduse de anortit		Sienite plumasitice alcaline	Roci alcaline MIASKITICE feldspatoiz

Tabelul XX

Variante petrochimice de calcul (Stefanova, 1980)

(continuare p.94) K + Na ≥ Al

Ne + Fem = N' varianta nefelinică	Ne + Fem > N' varianta nefelin-oxidică
Fem	Fem
Ne	Ne
± Ap ±(Ca,Na)'	R
	± Ap ±$(Ca)_R$
Roci alcaline agpaitice ± FELDSPATOIZI	
-	Ijolit

K + Na < Al

Ne + Fem = N'	Ne+ Fem > N'
varianta nefelinică	varianta nefelin-oxidică
Fem	Fem
Ne	Ne

K + Na Al

varianta nefelinică	varianta nefelin-oxidică
	R
± Ap ±(Ca)'±Al'	± Ap ±$(Ca)_R$±Al'
Roci alcaline MIASKITICE ± feldspatoizi	Roci alcaline MIASKITICE ± feldspatoizi
Ijolit cu titanaugit	Melteigit cu titanaugit

Tabelul XXII

CLASIFICAREA PETROCHIMICA A COMPOZITIEI ROCILOR MAGMATICE
după Nockolds(1954)

Tip petrochimic	Compoziţia în sistemul Nockolds
A-seria GABBROU-DIORIT-SIENIT	
Roci bazice îmbogăţite în ANORTIT	ANORTOZITE,ce se asociază cu gabbrouri şi ultrabazite
Gabbrou	Gabbrou piroxenic,ANORTOZITE şi BAZALTE de tip central(media)
Gabbro-diorit	BAZALTE THOLEIITICE şi DOLERITE
Diorite	Diorite piroxen-micacee,ANDEZIT cu hornblendă,biotit;piroxen-biotit, monzocharnockit
Sienodiorit	Mangerit, andezit tholeiitic
Sienit	Sienit leucocrat,MONZONIT cu hornblendă-biotit, mangerit cu Py-Hb-Bi.
B-seria GABBROU-DIORIT-SIENIT"suprasaturate în aluminiu"	
Gabbrou	GABBROU HORNBLENDIC,NORIT
Diorit	DIORIT cu Hb-Bi,DIORIT
Sienit	MONZOCHARNOCKIT AUGIT BIOTITIC,LATIT
C-roci ultrabazice	
$K_a < 0,30$	GABBROU OLIVINIC,GABBROU,BAZALT THOLEIITIC OLIVINIC
$0,50 < K_a < 0,30$	DIORIT HORNBLENDIC,GABBROU ALCALIN, BAZALT ALCALIN,BAZALT ALCALIN fără olivine
D-Roci ultrabazice"suprasaturate în aluminiu"	
$K_a < 0,30$	TROCTOLIT,PIROXENIT cu OPX,ARIEGIT,HIPERSTENIT,HORNBLENDIT OLIVINIC,PERIDOTIT PIROXENIC,PERIDOTIT
$K_a > 0,30$	BAZALT OLIVINIC ALCALIN,PERIDOTIT HORNBLENDIC,HORNBLENDIT
E-Roci ultrabazice normale lipsite de aluminiu	
PIROXENIT	PIROXENIT AUGITIC,PIROXENIT cu OPX şi CPX, PIROXENIT OLIVINIC,PIROXENIT.
DUNIT	DUNIT
F-Roci ultrabazice alcaline,lipsite de aluminiu (Al')	
PIROXENIT	PIROXENIT ALCALIN,PIROXENIT BIOTITIC
Peridotit	KIMBERLIT BAZALTOIDIC,KIMBERLIT MICACEU

K_a = coeficient agpaitic.

Tip petrochimic		Compoziţia în sistemul Nockolds
		Q-seria GRANIT-TONALIT
GRANIT		GRANIT MUSCOVIT BIOTITIC, GRANIT BIOTITIC, GRANIT HORNBLENDIC BIOTITIC, GRANIT CU HIPERSTEN, RIOLIT, GRANIT ALCALIN FERRO-HASTINGSITIC, ADAMELLIT mv-bi, ADAMELLIT BIOTITIC, ADAMELLIT HIPERSTENIC, ADAMELLIT GRANODIORIT Mv-Bi, TONALIT Mv-Bi.
GRANODIORIT		GRANODIORIT BIOTITIC, GRANODIORIT HORNBLENDO-BIOTITIC, GRANODIORIT, RIODACIT, TONALIT BIOTITIC
Q-DIORIT		GRANODIORIT HIPERSTENIC, TONALIT HORNBLENDO-BIOTITIC, TONALIT HIPERSTENIC, TONALIT DACIT.
		H-seria SIENIT ALCALIN-GRANIT ALCALIN
SIENIT ALCALIN	$K_a < 1$	SIENIT ALCALIN, TRAHIT ALCALIN
	$K_a > 1$	SIENIT EGIRINIC, SIENIT ULTRAALCALIN
GRANIT ALCALIN	$K_a < 1$	GRANIT ALCALIN cu MUSCOVIT, GRANIT ALCALIN Mv-Bi, GRANIT ALCALIN BIOTITIC, GRANIT ALCALIN, RIOLIT ALCALIN, GRANIT ALCALIN CU ARFVEDSONIT şi EGIRIN
	$K_a > 1$	GRANIT RIEBECKITIC, GRANIT RIEBECKIT-EGIRINIC, GRANIT EGIRINIC, GRANIT ULTRAALCALIN, RIOLIT ULTRAALCALIN
		1.seria SIENIT conţinând nefelin-NEFELINIT
SIENIT ±NEFELIN	Leuco-	TRAHIT ULTRAALCALIN
	Mela-	SIENIT, mezo-melanocrat
SIENIT	Leuco-	UVIT, FOYAIT, SIENIT NEFELINIC, FONOLIT, SIENIT NEFELINIC CU EGIRIN, EGIRIN-AUGIT, sau EGERIN şi AMFIBOLI SODICI, cu AMFIBOL SODICI, cu EGIRIN-AUGIT şi BIOTIT, DIOPSID AUGIT şi BIOTIT, ITALIT.
NEFELINIC	Mela-	SHOSHONIT AUGIT-BIOTIT-OLIVINIC, SHONKINIT (facies vulcanic) MONZONIT LEUCITIC, LEUCITIT, LEUCITIT MELILITIC, ANALCIMIT cu OLIV.

Tip petrochimic		Compoziţia în sistemul Nockolds
NEFELINIT	Leuco-	URTIT
	Mela-	IJOLIT, IJOLIT cu TITANAUGIT, NEFELINIT, MEZOMISSOURIT, NEFELINIT OLIVINIC, NEFELINIT MELILITIC, LEUCITIT OLIVINIC, MELTEIGIT
		J-Roci magmatice cu MELILIT, SODALIT şi OXIZI.
SODALITICE MELILITICE		TAVIT MELILIT OLIVINIC, LEUCITIT OLIVIN-MELILITIC, TURJAIT.
cu OXIZI		DUNITE MINERALIZATE
		K-Roci alcaline "suprasaturate în aluminiu"
SIENIT ALCALIN		TRAHIT, SIENIT ALCALIN cu FERROHASTINGSIT, MONZONIT piroxen-hornblendo-biotitic.
SIENIT conţinând NEFELIN	Leuco-	DOREIT ALCALIN, LARVIKIT
	Mela-	MUGEARIT, MONZONIT (inclusiv AUGIT-BIOTITICE, AUGIT-BIOTIT-OLIVINICE
SIENIT NEFELINIC	LEUCO-	SIENIT NEFELINIC cu BIOTIT, SIENIT NEFELINIC cu AMFIBOL SODIC şi BIOTIT, MONZONIT NEFELINIC, LATIT NEFELINIC
	MELA-	ANDEZIT ALCALIN, LATIT LEUCITIC, TEFRIT LEUCITIC, TESCHENIT, TEFRIT NEFELINIC, TEFRIT ANALCIMIC, ESSEXIT, THERALIT

V.7.1. Reprezentări grafice şi principii de clasificare a chimismului rocilor magmatice

A-ROCI MAGMATICE FELDSPATICE

In acest caz se utilizează coeficientul $k_{si} = (Si - Si_{Fem} - Q) : A$ unde Si reprezintă numărul atomilor de siliciu din analiză; Si_{Fem}-numărul atomilor de siliciu din Fem; Q-numărul atomilor de siliciu din cuarţul normativ iar A numărul atomilor de alcalii (când K + Na < Al) sau Al (când K+Na > Al). Analiza de silicaţi ne oferă informaţii cantitative asupra repartiţiei atomilor de Si, care pot intra în mineralele leucocrate (AF, An, Ne) cât şi a numărului atomilor alcalini blocaţi în diverse minerale. (AF=felsp.alc).

Funcţie de valoarea k_{si} se disting următoarele cazuri:

1) la k_{si}=3,00 în compoziţia normativă este posibilă prezenţa exclusivă a AF, raportul dintre şi alcalii în feldspaţii alcalini este de 3:1.

2) dacă $k_{si} > 3,00$, AF se asociază cu mineralele alumosilicatice, lipsite de alcalii, în speţă cu ANORTIT. Cu cât este mai mare k_{si}, creşte şi conţinutul în An, comparativ cu AF.

3) dacă k_{si}=1,00 - mineralele normative leucocrate vor fi reprezentate exclusiv prin NEFELIN.

4) valoarea parametrului k_{si}, oscilează într-un interval cuprins între 3,00 şi 1,00; în acest caz vom avea raporturi variabile între AF şi Ne. Cu cât k_{si} este mai ridicat cu atât va creşte conţinutul în AF, comparativ cu Ne.

Numărul atomilor de siliciu blocaţi în mineralele normative melanocrate (Si_{Fem}) este necesar la determinarea lui k_{si} cu ajutorul formulelor:

1. la $K + Na > Al$ $\quad Si_{Fem} = B$

2. la $\overline{AF} + \overline{Fem} > N'$ şi $Al_{Fem} \leq 1/2\ Ca_{Fem}$

$$Si_{Fem} = B - \left[Al - (K+Na) \right]$$

3. la $\overline{AF} + \overline{Fem} > N'$ în prezenţa Al'

$$Si_{Fem} = B - 1/2\ Ca'$$

4. la $1/3\ N' - (\overline{AF} + \overline{Fem}) > Ca' < 1/2 \left[Al - (K + Na) \right]$

sau $1/3\ N' - (\overline{AF} + \overline{Fem}) > 1/2 \left[Al - (K+Na) \right] < Ca'$

$$Si_{Fem} = B'$$

5. la $1/2 \left[Al - (K+Na) \right] > 1/3 \left[N' - (\overline{AF} + \overline{Fem}) \right] < Ca'$

în prezenţa Al'

$$Si_{Fem} = B' - 1/2\ (Ca' - Ca_{An})$$

6. la $1/2 \left[Al - (K + Na) \right] > 1/3 \left[N' - (\overline{AF} + \overline{Fem}) \right] < Ca'$

şi $Al_{Fem} \leq 1/2\ Ca_{Fem}$

$$Si_{Fem} = B' - \left[Al - (K+Na) - 2/3\ N' - (\overline{AF}+\overline{Fem}) \right]$$

Coeficientul K_{si} nu reflectă relaţiile cantitative dintre An, AF şi Ne. K_{si} capătă o JUSTIFICARE GEOLOGICA în legătură cu similitudinile existente între COMPOZIŢIILE NORMATIVE şi MODALE ale principalelor categorii petrografice de roci plutonice, FELDSPATICE NORMALE sau ALCALINE (Gabbrou-diorit-sienit(granit) şi SIENIT ALCALIN(GRANIT), SIENIT NEFELINIC-URTIT-IJOLIT). Astfel, se evidenţiază o bună corelaţie între compoziţia mineralogică şi chimică a rocilor magmatice.

Metoda Stefanova utilizează coeficientul AGPAITIC (k_a): $k_a = (K+Na)/Al$, un indicator important al raportului cantitativ dintre alcalii şi aluminiu, din compoziţia chimică, comparativ cu raportul stoechiometric a acestor elemente chimice, în feldspaţii alcalini ($k_a=1$). Astfel, cu cât k_a va fi mai mic-se constată mărirea conţinutului în Fem şi An, în raport cu AF. Concomitent cu reducerea legică a conţinutului în An, din seria GABBROU-DIORIT-SIENIT(GRANIT) se stabileşte o corelaţie clară între valorile k_a şi k_{si} (fig.20). In cazul seriilor alcaline cu Fem se observă corelaţii între k_a şi GRADUL de CULOARE(minerale melanocrate). Coeficientul agpaitic $k_a=1,00$ corespunde SIENITELOR şi GRANITELOR ALCALINE, alcătuite în special din feldspat alcalin, biotit ± cuarţ.

Valori mai mari de 1,00 pentru k_a oferă informaţii asupra prezenţei <u>mineralelor melanocrate alcaline</u>(piroxeni şi amfiboli), dând relaţii cantitative asupra repartiţiei alcaliilor între mineralele normative LEUCOCRATE şi MELANOCRATE.

Reprezentarea compoziţiei chimice a rocilor magmatice, feldspatice se realizează în coordonate rectangulare k_{si} (ordonata) şi k_a (abscisa), k_a permite diferenţierea rocilor subultrabazice şi a magmatitelor alcaline MIASKITICE(PLUMASITICE) şi AGPAITICE, cât şi la urmărirea variaţiei compoziţiei elementare a rocilor seriei gabbrou-diorit-sienit(granit) şi creşterii rolului feldspaţilor alcalini.

Parametrul k_{si} ne oferă posibilitatea separării câmpurilor principalelor categorii petrochimice de roci feldspatice normale sau alcaline, funcţie de prezenţa şi raporturile cantitative dintre AF, An şi Ne. Valoarea lui k_{si} pentru gabbrouri(4,80-7,60) este similară LABRADORULUI NORMATIV An_{50-70}, iar la DIORITE (3,80-4,80) a ANDEZINULUI An_{30-50}. Limita inferioară a sienitelor normale $k_{si}= 3,10$ corespunde plagioclazului cu o bazicitate cuprinsă între OLIGOCLAZ şi ALBIT, funcţie de conţinutul relativ de feldspat potasic. La cantităţi egale de Pl=An+NaF şi feldspat potasic KF , $k_{si}=3,10$ plagioclazul corespunde unui ALBIT cu An_{10}.

Compoziţia granitelor şi sienitelor cu KF > Pl valoarea k_{si} (3,10-3,80) indică feldspaţi de compoziţia oligoclazului An_{10-30}. Ţinând cont de abundenţa sienitelor şi granitelor cu valori mici ale raportului K/Na şi deci a reducerii bazicităţii plagioclazului, câmpul petrochimic delimitat de valorile $k_{si}=3,10-3,20$ este considerat SUBALCALIN. Valoarea $k_{si}=3,00\pm0,10$ este tipică granite-

lor şi sienitelor alcaline,precizează feldspaţi alcalini(feldspat potasic şi albit)cu amestecuri de anortit An_{0-10} sau nefelin.

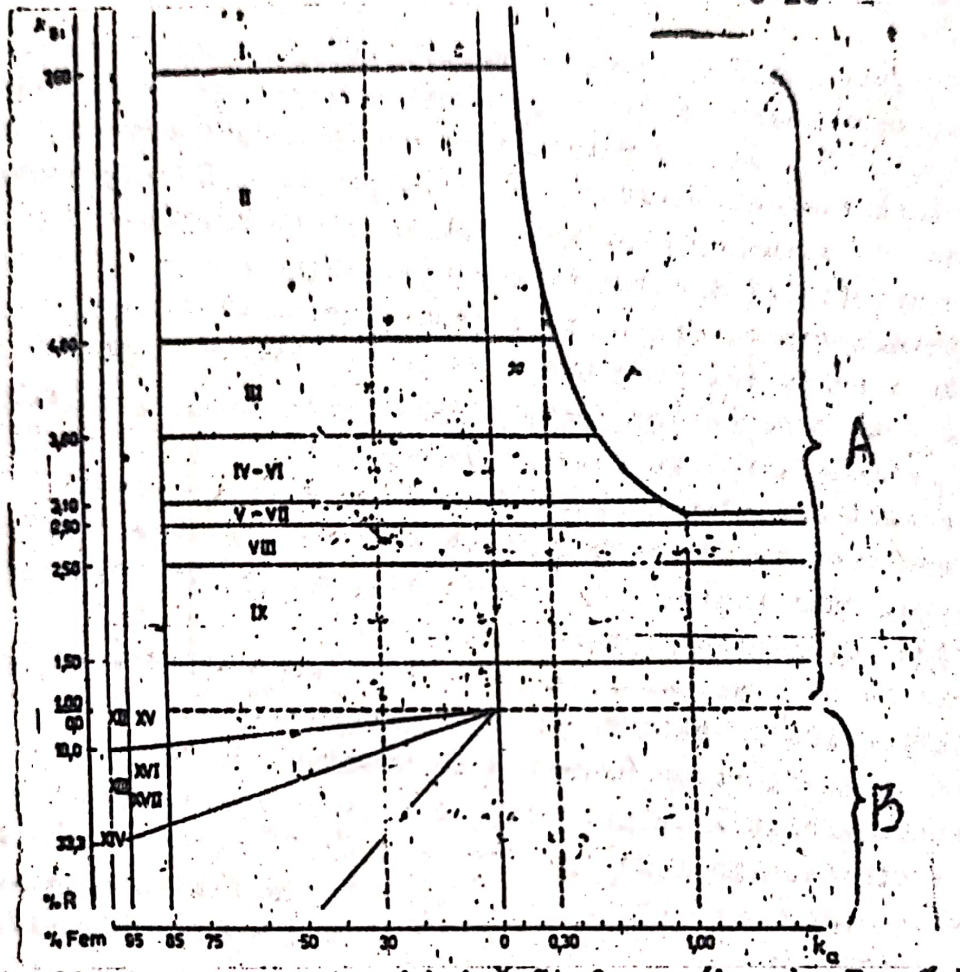


Fig.20 Diagrama petrochimică Stefanova(k_{si}-k_a-Fem,%-R,%) pentru rocile magmatice feldspatice(A) şi ultrabazice(B) I-gabbrou anortitic,II-gabbrou;III-diorit;IV-granit; V-granit alcalin;VI-sienit;VII-sienit alcalin;VIII-sienit conţinând nefelin;IX-sienit nefelinic;X-nefelinit;XI-nefelinite olivinice,melilitice;XII-piroxenit;XIII-peridotit; XIV-dunit;XV-piroxenit alcalin;XVI-peridotit alcalin; XVII-melilitite;XX-roci magmatice cu oxizi.

In partea superioară a diagramei se disting tipurile petrochimice de roci bazice,îmbogăţite în componentul anortitic,cu bazicitatea plagioclazului normativ cuprinsă între bytownit-anortit. An_{70-100}.Reprezentarea acestor compoziţii necesită reducerea scării diagramei petrochimice sau utilizarea unei scări logaritmice. Extrem de eficientă este compararea bazicităţii plagioclazilor normativi(până la $\pm\infty$ la An_{100}) şi valorii numărului anortitic.

valoarea k_{si}= 7,60 luându-se ca limită superioară a diagramei petrochimice.

Câmpul rocilor normale este delimitat de valoarea k_a,calculată după estimarea cantitativă a relaţiilor dintre AF şi An la valorile lui k_{si} în condiţiile absenţei complete a aluminiului din componentele femice(Fem).Deplasarea punctelor figurative ale rocilor magmatice normale în stânga curbei valorilor optime k_a, depinde de proporţia Al din Fem şi prezenţa excesului de Al(Al').

Caracterele tipice ale rocilor magmatice alcaline sunt evidenţiate de absenţa sau conţinutul minim de ANORTIT NORMATIV. Funcţie de k_{si} se separă rocile saturate în siliciu în raport cu alcaliile(k_{si}=3,00±0,10) de cele nesaturate (k_{si} < 2,90).In prima categorie se încadrează GRANITELE şi SIENITELE ALC.LINE.A doua grupă reuneşte trei tipuri petrochimice separate pe baza prezenţei şi raportul cantitativ dintre AF şi Ne:sienite conţinând nefelin ;sienite nefelinice şi nefelinite.

In funcţie de conţinutul în Fem,metoda permite separarea ramurilor LEUCOCRATE şi MELANOCRATE a principalelor serii de roci normale şi alcaline:gabbrou,diorit,sienit→gabbrou-meladiorit-melasienit-sienit alcalin,sienit nefelinic,nefelinit→melasienit alcalin,melanefelinit.Ca limită între varietăţile leucocrate şi melanocrate,se ia un conţinut de Fem egal cu 30%.Fig.21 evidenţiază clasificarea rocilor în funcţie de gradul melanocrat.Rocile ultrabazice pot fi separate pe baza parametrilor 100%Fem=1,00(100% Ne).

Un alt parametru petrochimic este raportul proporţiilor atomice ale potasiului şi sodiului k_k=K/Na,se întocmesc diagrame în coordonatele k_{si}-k_a(fig. 22).Aceasta permite separarea a 4 categorii petrochimice de roci alcaline:1)ULTRASODICE(k_k<0,30); 2)SODICE(0,30 < k_k < 0,60);3)POTASICE(0,60 < k_k < 0,90) şi 4)ULTRAPOTASICE (k_k> 0,90).K_k=0,60 corespunde valorii raportului conţinuturilor medii de K şi Na din crusta terestră,după Vinogradov(1962).

Reprezentarea lui k_k spre deosebire de coeficientul : 100(K/K+Na) limitează proiectarea compoziţiilor ULTRAPOTASICE,dar oferă posibilitatea alegerii unei scări în intervalul de valori 0,10 < k_k < 1,20,în care se încadrează majoritatea rocilor magmatice normale şi alcaline.

Interpretarea complexă a lui k_k-k_{si} permite evidenţierea

tendinţelor MONZONITICA şi PLAGIOGRANITICA a magmatismului normal reprezentate prin gabbrouri cu ortoclaz-monzonit-sienit cu ortoclaz)granit) şi diorit-plagiosienit(PLAGIOGRANIT).

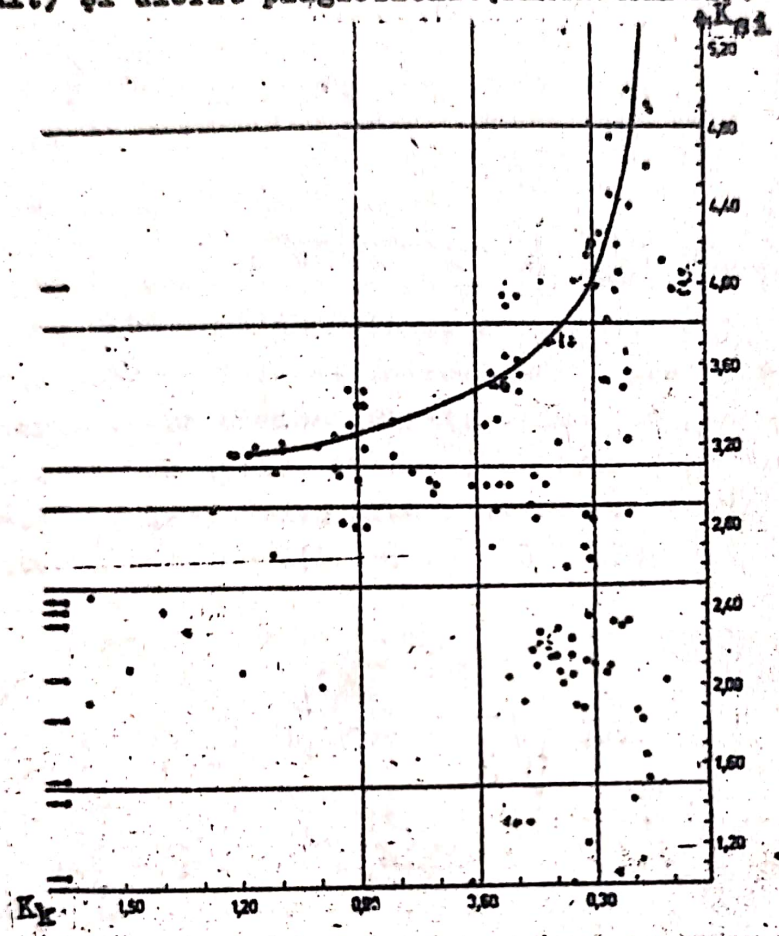


Fig.21.Diagrama petrochimică k_{si}-k_k pentru compoziţiile medii ale rocilor magmatice după Nockolds.

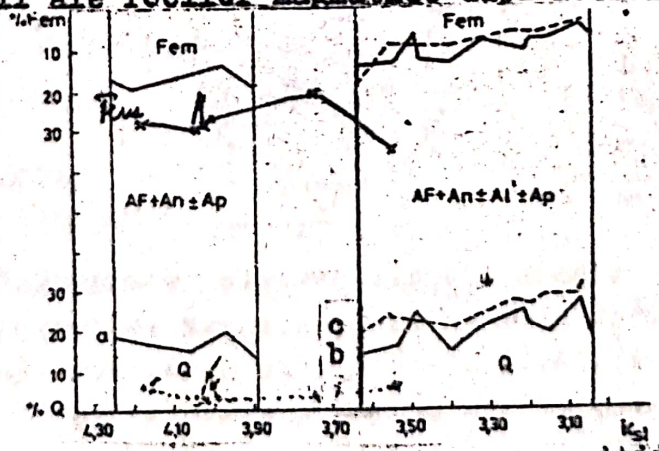


Fig.22.Diagrama k_{si}-Q,Fem pentru compoziţiile medii ale rocilor magmatice
a-tonalit;b-granodiorit,adamellit,granit(fără Al');
c-granodiorit,adamellit,granit(cu Al').

Se mai utilizează şi alte diagrame k_{si}-Q, Fem şi k_{si}-Q (fig.19, 20, 21, 22, 23, 24, 25 şi 26).

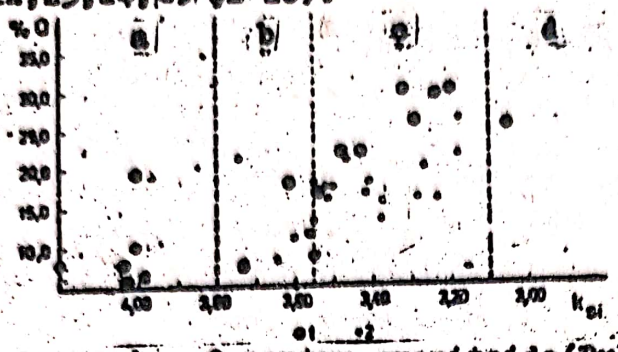


Fig.23. Diagrama k_{si}-Q pentru granitoide (Bulgaria).
1. Sredna Gora; 2. Pirin. a-diorit cuarţifer; b-granodiorit; c-granit; d-granit alcalin.

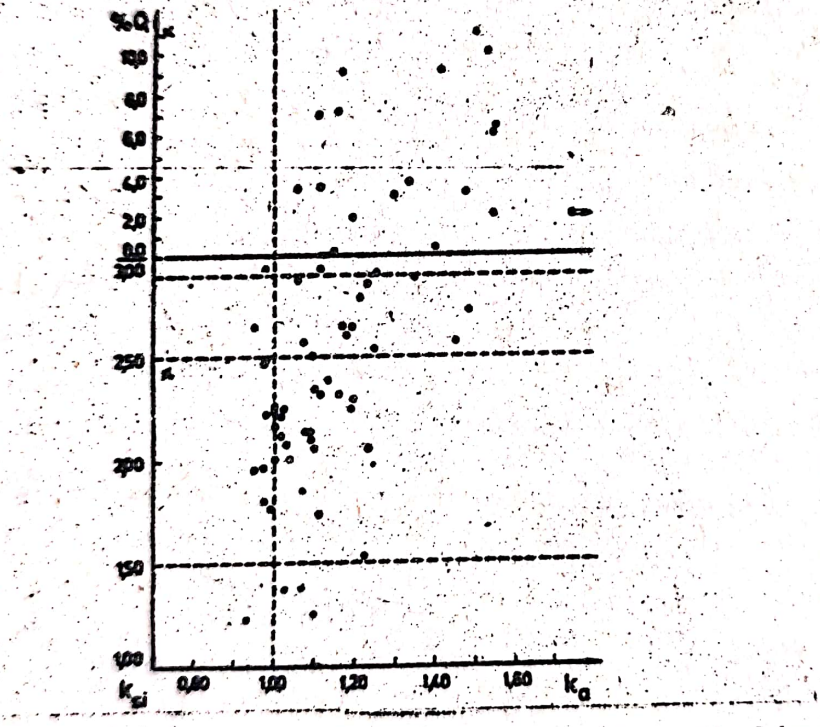


Fig.24. Diagrama k_{si}-k_a(Q) pentru rocile alcaline de la Stara Planina, Bulgaria (Stefanova, 1980).

Tendinţa monzonitică este ilustrată de modificarea legică a valorii k_{si} la tranziţia gabbrou-diorit-sienit însoţită de creşterea lui k_K. Sienodioritele vor prezenta în acest caz valori reduse ale lui k_K. Indicele melanocrat ridicat, bazicitatea plagioclazului ridicată şi conţinuturi reduse în feldspatpotasic. Pe fondul reducerii plagioclazului, creşte proporţia feldspatului potasic.

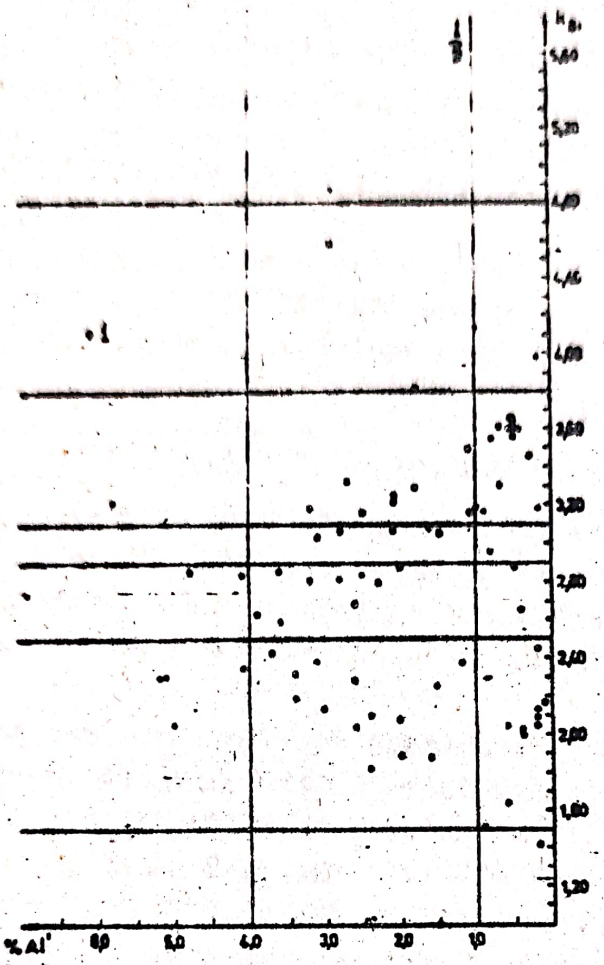


Fig.25. Diagrama petrochimică suplimentară k_{si}-Al° pentru media rocilor magmatice(Stefanova,1980).

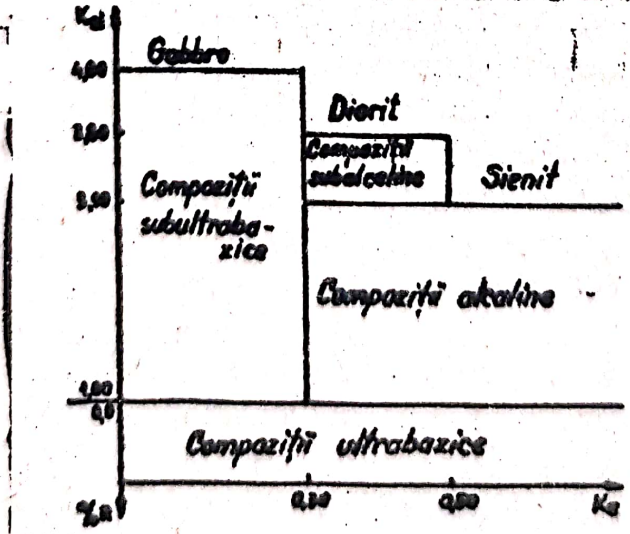


Fig.26.Schema de principiu,de separare a categoriilor petrochimice după k_{si};k_a și R,%(Stefanova,1980)

Cu ajutorul mărimii Al'(fig.25) putem separa trei categorii de roci:1)granite conținând muscovit;2)roci subultrabazice și 3) roci alcaline conținând plagioclaz.

Petrochimic se disting trei tipuri de ALCALINITATE a rocilor magmatice.

a) nesaturate în Al comparativ cu alcalilile($k_a > 1,0; k_{si} = 3,0$)

b) nesaturate în Si comparativ cu alcalilile($k_a < 1,0; k_{si} < 3,0$)

c) nesaturate în Al și Si comparativ cu alcalilile

($k_a \geq 1,0$; $k_{si} < 3,0$).

B.ROCI MAGMATICE ULTRABAZICE ȘI NESILICATICE.

Autoarea clasifică rocile magmatice nesaturate în siliciu, caracterizate prin ramurile normală și alcalină (roci subultrabazice→ultrabazice normale→roci feldspatoidice→ultrabazice alcaline).Se utilizează următoarele condiții: $\overline{Ne} + \overline{Fem} > N'$ și varianta nefelin-oxidică.

Caracteristicile petrochimice Fem,R și Ne oferă posibilitatea aprecierii particularităților rocilor ultrabazice-gradul de îmbogățire în alcalii și cel de nesaturare în siliciu.Cantitățile de Fem,R și Ne se recalculează la 100%,adică se exclude Al',Cal și Ap.In acest caz $k_{si} = 1,00$ corespunde la 100% Ne,caracteristicile Fem și Ne vor fi parametrii ambelor diagrame de clasificare a rocilor magmatice feldspatice și ultrabazice.

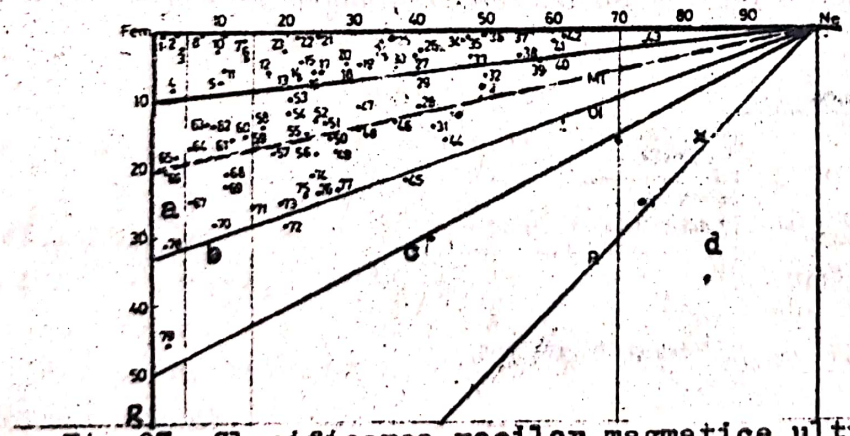


Fig.27. Clasificarea rocilor magmatice ultrabazice a)ultrabazite normale(peridotite,dunite± mineralizate); b)ultrabazite alcaline(hornblendite alcaline);c) melanefelinite,melilite± mineralizate;d) nefelinite și nefelinite mineralizate.

Alegerea parametrului R se bazează pe posibilitatea utilizării parametrilor Fem și R,reflectă prezența Ml(MELILIT) și Ol

(olivine).Raportul dintre Fem şi R în olivinul normativ Ol = =MgSi+Fe, aflat pe o dreaptă trasată prin punctul ordonatei de 33,3% R, reprezintă compoziţiile rocilor cu olivin.Analog,cele cu 20%R,vor indica roci potenţiale de MELILIT Ml.=$CaMgSi_2$+Ca.

Grafic compoziţia ultrabazitelor poate fi reprezentată în coordonatele Fem,R şi Ne(fig.27).Ea prezintă următoarele avantaje:

1) conţinutul procentual de Fem,R şi Ne este caracteristica petrochimică universală a rocilor ultrabazice-ce permite proiectarea tuturor rocilor magmatice ultrabazice şi nesilicatice cu sau fără NEFELIN,începând de la PIROXENITE şi URTITE şi terminând cu formaţiunile minereice cu OXIZI şi SULFURI,legate genetic de magmatite bazice şi ultrabazice.Această diagramă permite încadrarea a 19 categorii de roci din 21,cu excepţia formaţiunilor : CARBONATITICE şi APATITICE.

2) axa generală Fem-Ne permite urmărirea gradului de nesaturare în siliciu de la ULTRABAZITE prin seriile de tranziţie ULTRABAZICE ALCALINE spre BAZALTE OLIVINICE ALCALINE.

Câmpul ultrabazitelor normale este delimitat de o dreaptă cu 5% Ne.In funcţie de conţinutul în R se disting următoarele categorii:1)piroxenite(R < 10%);2)peridotite(10% < R < 30%);3)dunite (30% < R <36%) şi 4) dunite mineralizate,minereice(R >36%).

In cazul când compoziţia cationilor B deranjează redistribuirea cantităţii de Ol(în legătură cu mărirea conţinuturilor de Ti,Cr,Fe^{3+},Ca) separându-se categorii de PIROXENITE MINERALIZATE şi PERIDOTITE MINEREICE.

Valoarea Ne,egală cu 5 şi 15% indică ultrabazite alcaline, piroxenite şi hornblendite(R<10%),peridotite şi melilite alcaline (10% <R <30%),OLIVINITE MELILITICE ALCALINE ± MONTICELLIT(R> 30%).

In mod analog cu ultrabazitele normale se asociază piroxenite alcaline mineralizate,peridotite alcaline mineralizate şi melilite minereice.In prezenţa unor cantităţi importante de Cal,Ap şi Al' se disting varietăţi ale ultrabazitelor carbonatitice,apatitice şi plagioclazice,permit includerea GABBROURILOR cu TITANOMAGNETIT şi mineralizaţii de apatit,gabbrouri şi bazalte cu conţinuturi ridicate de olivin sau MAGMATITE cu mineralizaţii de pirotină-pentlandit şi calcopirit.

Se mai utilizează şi diagrame suplimentare în coordonatele R-k_a,care subliniază corelaţii puternice între k_a şi gradul de

saturare în alcalii(conţinutul procentual de Ne) care oferă posibilitatea urmăririi parametrului k_a ca un indicator al alcalinităţii ultrabazitelor(fig.28).

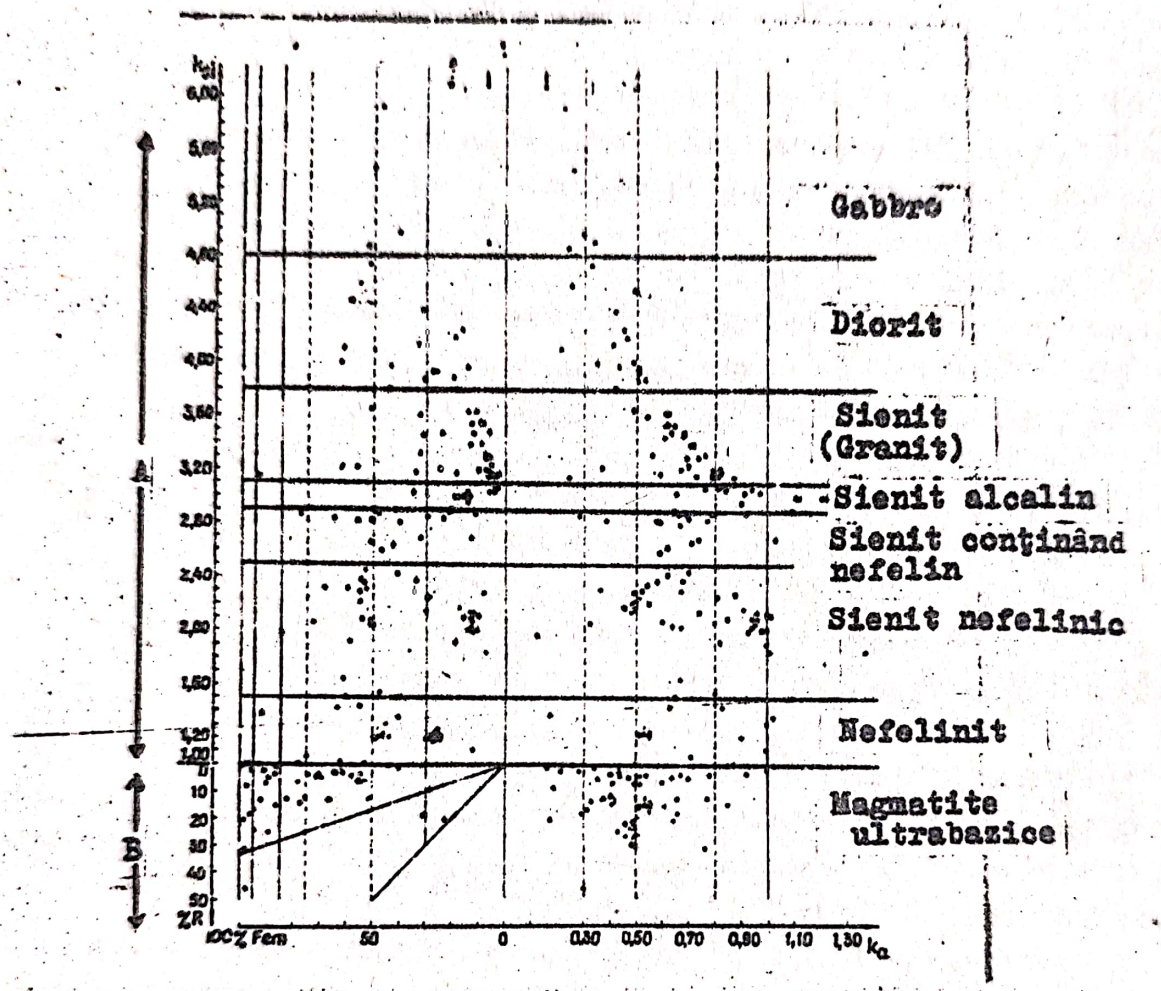


Fig.28. Diagrama petrochimică Stefanova(1980)
k_{si}-k_a-Fem şi R,%
Câmpul A roci magmatice feldspatice
Câmpul B roci ultrabazice± mineralizate.

In partea finală am comparat analize chimice de dunite(1), tâlalte(2);gabbrou hornblendic(3);gabbrou olivinic(4);gabbro-norit olivinic(5);gabbrou cuarţifer(6);diorit cuarţifer(7);granit plagioclazic cu structură aplitică-după calcularea următorilor parametrii şi compoziţii normative:Niggli,Zavariţki,normativă Niggli,Kuznetov, C.I.P.W şi Stefanova.Se constată că valorile obţinute prin metoda Stefanova se apropie de compoziţia mineralogică reală.

GRANIT ALCALIN — Tabelul XXIII

Oxidul	%	pr.atomice		Caracteristici	
SiO_2	73,86	1230		34x2 =68	3,8%Fem
Al_2O_3	13,75	269-220-2x10=29Al'		10x5=50	2,8%An
TiO_2	0,20	3		320x5=1100	62,2%AF
Fe_2O_3	0,78	9		29	1,6%Al'
FeO	1,13	15	44B	1247	
MnO	0,05	1		516	29,2% Q
MgO	0,28	6		5	0,3% Ap
CaO	0,72	13-3=10Ca'			
Na_2O	3,51	112	220A	k_a=0,82 ; k_k=0,96	
K_2O	5,13	108		k_{si}=(1230-34-516):	
P_2O_5	0,14	2+3=5Ap		:220 = 3,09	
		1768-5Ap=1763N'			
		1247 Fem+An+AF+Al'			
		516 Q			

GRANIT CALCOALCALIN — Tabelul XXIV

Oxidul	%	pr.atomice		Caracteristici	
SiO_2	72,08	1200		52x2=104	5,9% Fem
Al_2O_3	13,86	271-214-40=17Al'		20x5=100	5,7% An
TiO_2	0,37	5		214x5=1070	60,7% AF
Fe_2O_3	0,86	11		17	1,0% Al'
FeO	1,67	23	72B-	1291	
MnO	0,06	1	20C	406	26,4% Q
MgO	0,52	12	52B'	5	0,3% Ap
CaO	1,33	23-3=20Ca'		k_a=0,79 ; k_k=1,16	
Na_2O	3,08	99		k_{si}=(1200-52B-466Q):	
K_2O	5,46	115	214A	: 214A = 3,19	
P_2O_5	0,18	2+3=5Ap			
		1762-5=1757N'			
		1291 Fem+An+AF+Al'			
		466 Q			

Tabelul XXV

Compararea parametrilor Stefanova cu cei obținuți prin metodele clasice în rocile magmatice de la Tachilik (Pamirul, 1956)

Oxidul	1	2	3	4	5	6	7	8
SiO_2	40,03	39,20	39,95	44,63	46,37	52,40	53,70	70,17
Al_2O_3	0,57	15,26	22,80	21,19	14,33	17,58	14,75	14,54
TiO_2	0,00	0,36	0,76	-	1,51	0,65	1,09	-
Fe_2O_3	-	7,09	4,56	4,26	6,78	4,25	8,07	1,79
FeO	8,25	7,95	7,23	2,33	5,89	5,92	4,40	1,78
MnO	0,06	-	-	0,38	-	0,30	0,21	-
MgO	48,80	9,54	5,67	8,36	10,25	5,34	3,89	1,00
CaO	-	17,31	15,44	17,26	12,97	10,21	8,80	3,53
Na_2O	-	0,50	0,78	0,60	1,49	2,47	3,84	4,00
K_2O	-	0,06	0,44	0,38	0,28	0,76	0,50	2,18
H_2O	1,28	2,07	2,11	0,57	0,46	0,85	0,58	1,24
Cr_2O_3	0,50	-	-	-	-	-	-	-
Total	99,53	99,34	99,84	100,08	100,33	100,53	99,94	100,23
Metoda Niggli								
si	50	72	81	87	94	129	141	324
al	0,4	17	27	25	17	26	23	39
fm	99,6	48	37	36	52	40	42	20
c	0	34	34	37	28	27	25	17
alk	0	1	2	2	3	7	10	24
mg	0,91	0,5	0,47	0,7	0,8	0,7	0,37	0,36
k	-	0,1	0,3	0,3	0,1	0,2	0,1	0,3
c:fm	0	0,7	0,92	1,03	0,54	0,67	0,59	0,85
qz	-50	-32	-27	-21	-18	+1	+1	+128
t	+0,4	-18	- 3	-14	-14	-8	-12	-2
Metoda Zavariţki								
a	0	1	3	2	4	7	9	12
c	0	10	16	14	7	9	5	4
b	67	43	29	30	36	23	24	5
s	33	46	52	54	53	61	62	79
f'	9	33	43	21	31	43	49	58
m'	90	39	38	51	47	40	28	32
c'	-	28	19	28	22	17	23	10
a'	1	-	-	-	-	-	-	-
n	-	89	72	71	89	83	93	96
Q	-34	-20	-18	-10	-9	-1	+1	+18
a:c	-	0,1	0,2	0,14	0,57	0,9	1,8	3

Tabelul XXV

Nr.an.	1	2	3	4	5	6	7	8
Normativa Niggli								
Kp	-	6	30	24	18	48	30	138
Ne	-	48	78	60	144	240	372	390
Cal	-	423	618	528	339	375	234	162
Cs	-	256	104	141	177	85	118	12
Sp	27	-	-	-	-	-	-	-
Fs	-	132	87	81	129	81	153	33
Fa	174	166	150	55	123	129	96	35
Fo	1801	356	210	311	383	198	148	37
Ru	-	5	10	-	19	8	14	-
Q	9	328	445	519	447	576	389	953
L	0	27	42	38	28	39	36	39
M	99	53	32	33	46	28	29	7
Q	0,6	20	26	29	26	33	35	54
Metoda Kuznețov								
A	0/0	43/3	108/8	84/5	162/9	288/16	402/23	528/30
C	0/0	423/25	618/36	582/32	339/19	375/20	234/15	162/9
Mt	27/1	132/7	87/4	81/5	129/7	81/4	163/10	33/2
Ma	1976/89	707/42	416/29	510/28	618/35	500/27	283/16	72/4
M	2003/90	839/48	726/20	591/33	747/42	581/31	446/26	105/8
Q	219/10	24	726/29	545/30	531/30	610/33	668/38	958/55
fa'	8	14	26	5	9	43	5	27
fo'	92	50	49	61	62	40	52	55
cs'	0	36	25	34	29	17	43	18
n	0	10	11	9	28	36	58	57
c	0	89	85	87	68	57	37	23
k	0	1	4	4	4	7	5	20
q	-20	-8	-7	-12	-2	0	+9	+28
Metoda C.I.P.W.								
il	-	0,76	1,52	-	2,88	1,21	2,12	-
mt	-	10,19	6,71	6,25	9,96	6,25	10,88	2,56
or	-	-	0,56	2,23	1,67	4,45	2,78	12,80
ab	-	-	-	4,19	12,58	20,97	32,51	34,08
an	-	39,22	57,30	53,96	31,43	34,77	21,70	15,30
ne	-	2,27	3,69	0,57	-	-	-	-
lc	-	0,44	1,75	-	-	-	-	-
wo	-	13,82	8,01	13,24	13,71	6,62	9,18	0,81
en,di	-	9,34	4,62	10,84	11,04	4,22	7,93	0,40
fs	-	3,30	3,03	0,79	1,06	1,98	-	0,40
en hy	0,70	-	-	-	12,95	9,14	1,81	2,11
fs	-	-	-	-	1,32	4,75	-	1,45
fo ol	84,70	10,13	6,61	3,52	1,13	-	-	-
fa	11,61	3,67	3,87	0,20	0,20	-	-	-
cs	-	4,13	-	-	-	-	-	-
Q	-	-	-	-	-	5,65	9,61	29,08
c	0,61	-	-	-	-	-	-	-
Metoda Stefanova								
Fem	0,7	86,5	58,4	52,0	71,5	37,8	41,4	9,0
Ol	98,8	-	-	-	-	-	-	-
An	-	1,5	22,5	39,1	10,4	35,5	20,3	15,6
AF	-	5,0	9,8	7,5	14,9	26,7	38,3	49,6
Q	-	-	-	-	-	-	-	25,8
Al'	0,5	7,0	9,3	1,4	3,2	-	-	-
k_a	-	0,06	0,07	0,06	0,19	0,27	0,46	0,61
k_k	-	0,06	0,36	0,35	0,10	0,20	0,08	0,36

Tabelul XXV

Nr.an.	1	2	3	4	5	6	7	8
k_{mi}	-	3,85	7,62	13,37	4,40	5,85	4,07	3,63

Caracterisarea probelor:
1-dunit ; 2-tâlait ;3-gabbrou hornblendic ;4-gabbrou olivinic ; 5-gabbro-norit olivinic ; 6-gabbrou cuarţifer ;7-diorit cuarţifer ;8-granit plagioclasic(structură aplitică).

Tabelul XXVI

Granite,tipuri,parametrii Stefanova

Nr.analisă	1	2	3[m]	4	5	6	7	8[m]
SiO_2	71,59	73,28	70,56	71,31	73,84	74,63	79,01	70,46
Al_2O_3	14,69	13,33	14,00	12,67	14,29	13,86	13,16	14,37
TiO_2	0,31	0,30	0,40	0,96	0,16	0,14	0,17	0,34
Fe_2O_3	0,56	0,87	0,81	0,91	0,34	0,52	0,94	1,09
FeO	1,56	1,38	2,41	3,53	0,75	0,89	0,88	2,48
MnO	0,07	0,05	0,06	0,02	0,05	0,04	0,07	0,05
MgO	0,54	0,50	0,48	0,37	0,21	0,33	0,24	0,22
CaO	1,28	1,17	1,63	1,74	0,69	0,57	0,56	1,19
Na_2O	2,97	2,96	3,56	3,06	3,61	3,05	3,48	4,19
K_2O	5,48	5,52	5,39	5,04	5,21	5,16	5,01	5,18
P_2O_5	0,26	0,14	0,10	0,06	0,25	0,18	0,11	0,06
Fem	5,2	5,3	7,3	10,1	2,5	3,2	3,7	6,6
An	4,8	4,8	6,5	6,3	2,3	2,0	2,0	5,0
AF	59,6	59,9	64,4	58,4	63,7	58,8	61,4	68,9
Q	27,4	28,8	21,4	25,0	28,9	32,9	31,2	19,1
Al'	2,5	0,9	-	-	2,1	2,8	1,5	-
Ne	-	-	-	-	-	-	-	-
Ap	0,5	0,3	0,3	0,2	0,5	0,3	0,3	0,3
k_a	0,73	0,81	0,83	0,82	0,81	0,76	0,84	0,87
k_k	1,21	1,22	1,00	1,09	0,95	1,11	0,95	0,81
k_{si}	3,16	3,16	3,20	3,21	3,07	3,07	3,06	3,15

m Compoziţii ale căror caracteristici petrochimice nu coincid cu compoziţia mineralogică a rocii.
1-granit muscovit-biotitic;2-granit biotitic;3-granit biotit-hornblendic;4-granit conţinând hipersten;5-granit muscovitic;6-granit alcalin muscovit biotitic;7-granit alcalin biotitic;8-granit cu

ferrohastingsit;9-granit riebeckitic;10-granit riebeckit-egirinic;11-granit egirinic;12-granit arfvedsonit-egirinic;13-granit biotitic cu feldspaţi alcalini-egirinic;14-sienit ferrohastingsitic;15-sienit egirinic.

Tabel XXVI (continuare).

Nr.analiză	9	10	11	12	13	14	15
SiO_2	73,05	71,66	70,68	71,47	67,29	61,54	63,75
Al_2O_3	10,62	9,73	10,90	13,91	12,26	17,45	15,32
TiO_2	0,24	0,36	0,41	0,39	0,68	0,59	0,66
Fe_2O_3	3,04	5,34	6,06	1,91	4,25	1,82	4,11
FeO	2,98	2,75	0,90	1,28	3,03	3,10	1,53
MnO	0,21	0,12	0,07	0,12	0,08	0,09	0,17
MgO	0,10	0,32	0,22	0,32	0,33	0,74	0,36
CaO	0,60	0,66	0,92	0,64	1,62	2,39	1,52
Na_2O	4,23	4,45	5,36	5,63	5,42	5,59	7,28
K_2O	4,48	4,12	4,13	3,93	4,46	5,97	4,62
P_2O_5	0,08	0,07	0,06	0,06	0,10	0,19	0,15
Fem	13,5	19,4	18,0	6,7	18,9	14,6	16,3
An	-	-	-	1,4	-	-	-
AF	59,2	54,4	60,6	73,3	67,8	83,3	82,7
Q	26,9	26,0	21,2	18,4	13,0	-	0,7
Al'	-	-	-	-	-	0,8	-
Ne	-	-	-	-	-	1,0	-
Ap	0,3	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3
k_a	1111	1,22	1,21	0,97	1,12	0,90	1,11
k_k	0,70	0,61	0,51	0,45	0,54	0,71	0,42
k_{si}	3,00	3,00	3,00	3,04	3,00	2,96	3,00

Din analiza tabelului XXVI se constată diferenţe mari la conţinutul normativ de Fem,pe tipuri mineralogice de granite:5,2 în cele muscovit-biotitice;7,3% biotit-hornblendice;10,1% conţinând hipersten;2,5%muscovitic;2,5% în muscovit-biotitic alcalin; 6,6% ferrohastingsitic;13,5%riebeckitic;19,4% riebeckit-egirinic; 18,0 egirinic şi 6,7% în arfvedsonit-egirinic alcalin.

Se evidenţiază prezenţa An în granitele CA,între 2 şi 4,8% pentru ca în cele alcaline conţinutul de An să fie nul.AF 58-64% în normale şi 54-73% în alcaline.Q 13-32%alk şi 21-32% CA.

Tabelul XXVII

Adamellite, compoziție normativă, parametrii Stefanova

Analiza	1	2	3	4	5	6	7
SiO_2	71,86	71,03	65,88	68,91	70,47	68,97	65,50
Al_2O_3	14,73	14,31	15,07	39,83	15,50	15,47	15,65
TiO_2	0,30	0,39	0,81	0,76	0,30	0,46	0,61
Fe_2O_3	0,64	0,95	1,74	0,48	0,63	1,12	1,63
FeO	1,61	1,96	2,73	3,20	2,12	2,05	2,79
MnO	0,04	0,06	0,08	0,04	0,03	0,06	0,09
MgO	0,67	0,75	1,38	1,02	0,65	1,15	1,86
CaO	1,51	1,89	3,36	3,06	1,91	2,99	4,10
Na_2O	3,18	3,33	3,53	3,00	4,12	3,69	3,84
K_2O	4,64	4,66	4,64	4,10	3,59	3,16	3,01
P_2O_5	0,16	0,17	0,26	0,12	0,16	0,19	0,23
Pem	5,7	7,1	13,3	11, 8	6,4	8,6	14,1
Am	6,8	8,8	11,8	12,5	8,7	14,4	16,8
AP	57,2	56,3	59,8	52,4	58,7	52,6	53,0
Q	29,9	24,8	14,6	22,9	24,0	23,3	16,0
Al'	2,1	0,7	-	-	1,8	0,8	-
Ap	0,3	0,3	0,5	0,3	0,3	0,3	0,3
k_a	0,70	0,74	0,72	0,68	0,69	0,61	0,61
k_r	0,96	0,92	0,88	0,92	0,57	0,56	0,52
k_{gi}	3,24	3,30	3,40	3,48	3,30	3,55	3,63

ADAMELLIT: 1-muscovit-biotitic, 2-biotitic; 3-hornblendo-biotitic; 4-conținând hipersten; 5-muscovit-biotitic; 6-biotitic; 7-Hb-biotitic

Analiza	8	9	10	11	12
SiO_2	62,64	70,63	69,35	64,41	63,92
Al_2O_3	15,82	15,69	14,93	15,95	15,60
TiO_2	1,32	0,37	0,48	0,62	1,03
Fe_2O_3	1,59	0,86	1,19	1,46	1,70
FeO	4,31	1,40	3.07	3,81	4,61
MnO	0,09	0,04	0,06	0,10	0,07
MgO	2,83	0,83	0,94	2,45	2,54
CaO	4,72	2,82	3,04	5,36	5,23
Na_2O	3,37	4,91	4,67	3,39	3,54
K_2O	2,62	1,68	1,48	1,45	1,22

Scanned with OKEN Scanner

Analiza	8	9	10	11	12
P_2O_5	0,27	0,15	0,15	0,20	0,21
Fem	19,5	6,2	9,7	16,5	19,2
An	20,6	13,2	14,4	24,7	23,5
AP	46,3	54,1	51,2	39,7	39,6
Q	13,1	25,1	23,9	18,8	17,4
Al'	-	1,1	0,5	-	-
Ap	0,5	0,3	0,3	0,3	0,3
k_a	0,53	0,63	0,62	0,45	0,46
K_k	0,52	0,22	0,21	0,28	0,23
k_{si}	3,89	3,49	3,56	4,25	4,19

ADAMELLITE:8-conținând hipersten;TONALITE:9-muscovit-biotitice;
10-biotitice;11-hornblendo-biotitice;12-conținând hipersten.

Tabelul XXVIII

Diorit,andezit,bazalt,gabbro,norit

Analiza	1	2	3	4	5	6
SiO_2	52,97	48,55	51,43	47,63	45,78	50,83
Al_2O_3	18,19	16,52	13,05	14,57	14,64	14,07
TiO_2	1,60	1,91	2,60	2,84	2,63	2,03
Fe_2O_3	1,97	3,16	3,36	3,97	3,16	2,88
FeO	6,29	8,00	9,74	7,83	8,73	9,00
MnO	0,13	0,22	0,19	0,16	0,20	0,18
MgO	4,76	6,71	5,28	7,25	9,38	6,34
CaO	7,61	9,49	8,78	9,48	10,74	10,42
Na_2O	3,50	3,10	3,18	3,75	2,63	2,23
K_2O	1,65	0,95	1,04	1,20	0,95	0,82
P_2O_5	0,34	0,28	0,48	0,52	0,39	0,23
Fem	33,3	55,9	51,2	59,8	68,6	51,4
An	23,6	3,7	11,7	-	-	22,4
AP	41,4	34,2	35,8	27,0	19,4	25,8
Q	-	-	-	-	-	-
Al'	1,0	5,8	-	3,4	5,1	-
Ne	-	-	-	8,6	6,1	-
Ap	0,6	0,4	1,2	1,2	0,9	0,2

Analiza	1	2	3	4	5	6
k_a	0,41	0,37	0,49	0,52	0,36	0,33
k_k	0,31	0,21	0,21	0,21	0,25	0,25
k_{si}	4,14	3,22	3,66	2,31	2,31	4,74

1-diorit hornblendo-biotitic;2-diorit hornblendic;3-andezit tholeiitic;4-andezit alcalin;5-bazalt alcalin;6-bazalt tholeiitic.

Analiza	7	8	9	10	11	12
SiO_2	49,98	54,54	43,94	50,28	46,83	48,01
Al_2O_3	28,94	25,72	14,87	17,67	17,38	17,22
TiO_2	0,14	0,52	2,86	0,89	0,97	1,55
Fe_2O_3	0,80	0,83	4,35	1,30	1,91	2,90
FeO	1,43	1,46	7,80	7,46	8,20	7,68
MnO	0,07	0,02	0,16	0,14	0,14	0,15
MgO	0,84	0,83	9,31	9,27	10,03	7,45
CaO	14,01	9,62	12,37	9,72	11,36	10,80
Na_2O	2,73	4,66	2,32	1,96	2,03	2,28
K_2O	0,42	1,06	0,92	0,63	0,40	0,53
P_2O_5	0,09	0,11	0,44	0,21	0,12	0,33
Pem	7,0	6,5	72,4	47,0	62,2	52,2
An	65,3	45,5	-	30,6	11,1	20,7
AP	26,7	47,7	14,6	20,9	20,3	23,5
Q	0,7	-	-	-	-	-
Al'	-	-	5,0	1,2	6,1	2,9
Ne	-	-	7,1	-	-	-
Ap	0,3	0,3	0,9	0,3	-	0,6
k_a	0,15	0,34	0,32	0,22	0,21	0,24
k_k	0,09	0,15	0,27	0,19	0,12	0,14
k_{si}	7,90	4,91	2,06	5,93	4,11	4,87

7-ANORTOZITE;8-anortozite asociate cu gabbro-ultrabazite;9-gabbrouri alcaline;10-norit;11-gabbrou olivinic;12-gabbrou hornblendic.

Tabelul XXIX

MONZONITE, MANGERITE, MUGEARITE, ESSEXITE, TESCHENITE

Analiza	1	2	3	4	5	6	7
SiO_2	51,74	54,58	55,06	56,00	56,75	55,12	54,28
Al_2O_3	14,76	16,83	16,71	16,81	17,72	17,78	16,57
TiO_2	1,14	0,84	1,30	1,29	1,44	1,55	1,89

Tabelul XXIX

Analiza	1	2	3	4	5	6	7
Fe_2O_3	1,86	3,02	3,40	3,74	2,79	3,11	2,95
FeO	6,96	4,71	5,48	4,36	4,46	4,98	6,74
MnO	0,19	0,13	0,12	0,13	0,20	0,14	0,17
MgO	7,33	3,72	4,02	3,39	1,96	2,18	2,45
CaO	8,42	6,62	6,79	6,87	5,24	5,47	5,05
Na_2O	2,66	3,52	3,46	3,56	5,20	5,70	5,68
K_2O	3,93	4,79	2,72	2,60	3,13	2,78	2,76
P_2O_5	0,47	0,42	0,43	0,33	0,50	0,61	0,78
Pem	50,7	34,9	30,5	27,4	24,5	29,9	32,3
An	-	0,8	20,9	22,7	7,0	-	-
Af	42,6	60,3	47,6	48,2	65,2	62,5	57,0
Q	-	-	-	1,1	-	-	-
Ml'	2,8	3,1	-	-	2,1	3,6	2,6
Ne	2,7	-	-	-	-	3,0	6,4
Ap	1,1	0,9	0,9	0,6	1,2	1,2	1,6
k_a	0,58	0,65	0,51	0,51	0,67	0,70	0,74
k_k	0,94	0,90	0,52	0,49	0,39	0,32	0,32
k_{gi}	2,82	3,03	3,88	3,94	3,21	2,85	2,69

1-monzonit augit-biotit-olivinic;2-monzonit piroxen-hornblendo-biotitic;3-mangerit piroxen-biotitic;4-DORBIT(media);5-mangerit alcalin,tip Akeri;6-dorcit alcalin,tip Akeri;7-MUGEARIT.

Analiza	8	9	10	11	12	13
SiO_2	48,09	50,38	46,88	45,97	46,41	45,93
Al_2O_3	15,91	19,97	17,07	16,64	15,66	16,25
TiO_2	2,87	2,49	2,81	2,34	2,43	2,13
Fe_2O_3	3,39	2,77	3,62	2,94	4,28	3,81
FeO	7,40	3,96	5,94	8,27	6,31	7,36
MnO	0,18	0,13	0,16	0,26	0,22	0,20
MgO	6,15	2,15	4,85	5,73	5,40	6,13
CaO	8,80	6,01	9,49	10,45	8,13	8,83
Na_2O	3,95	6,35	5,09	5,06	4,44	3,97
K_2O	1,93	3,97	2,64	1,37	2,47	1,34
P_2O_5	0,67	0,45	0,48	0,31	0,66	0,50
Pem	53,5	30,1	49,0	56,1	50,3	54,8

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul XXIX

Analiza	8	9	10	11	12	13
An	-	-	-	-	-	-
AP	31,7	45,4	27,3	22,0	29,4	29,4
Q	-	-	-	-	-	-
Al'	4,1	3,0	2,0	2,4	2,6	5,2
Ne	9,3	20,6	20,5	18,8	16,2	9,5
Ap	1,3	0,9	1,2	0,6	1,4	1,2
k_a	0,54	0,74	0,66	0,59	0,64	0,49
k_k	0,31	0,40	0,35	0,18	0,36	0,23
k_{si}	2,36	2,14	1,89	1,82	2,04	2,29

8-dereit alcalin,tip HURUM;9-monzonit nefelinic;10-ESSEXIT;
11-THERALIT;12-GLENMUIRIT(sillul Lucar,Scotia);13-TESCHENIT

Tabelul XXX

ROCI ULTRABAZICE NORMALE(CA) si ALCALITE

Analiza	1	2	3	4	5	6	7	8	9
SiO_2	48,86	54,65	51,84	45,02	50,50	41,55	43,72	42,83	49,67
Al_2O_3	4,55	2,19	4,47	4,38	4,10	7,25	7,54	14,94	7,01
TiO_2	0,89	0,17	0,32	1,00	0,53	3,31	2,51	1,54	0,67
Fe_2O_3	1,93	0,90	2,23	4,40	2,44	6,80	5,55	4,09	2,64
FeO	4,82	8,63	7,32	8,02	7,37	7,77	5,67	5,28	9,20
MnO	0,13	0,15	0,14	0,09	0,13	0,20	0,17	0,18	0,15
MgO	15,35	31,08	21,41	19,04	21,71	13,02	14,20	15,13	22,80
CaO	21,89	1,60	10,99	16,91	12,00	16,93	15,47	13,81	6,50
Na_2O	0,55	0,14	0,56	0,36	0,45	1,38	0,68	0,84	0,70
K_2O	0,34	0,08	0,17	0,27	0,21	0,70	2,76	0,35	0,13
P_2O_5	0,08	0,10	0,06	-	0,09	0,59	0,74	0,06	0,11
Fem	93,0	96,5	93,6	88,9	96,5	81,3	80,7	84,6	92,2
R	2,5	0,8	-	8,4	0,3	7,4	4,2	-	-
Ap	0,3	0,3	0,2	-	0,3	1,2	1,6	0,2	0,3
Al'	-	1,3	-	-	-	-	-	7,5	3,1
Ne	4,2	1,1	-	2,7	2,9	10,0	13,5	3,0	3,2
AP	-	-	5,7	-	-	-	-	4,7	1,1
An	-	-	0,5	-	-	-	-	-	-
k_a	0,28	0,16	0,24	0,19	0,22	0,41	0,54	0,12	0,17
k_k	0,39	0,40	0,17	0,45	0,29	0,31	2,81	0,25	0,09
k_{si}	-	-	3,14	-	-	-	-	1,97	1,37

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul XXX

Analiza	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
SiO_2	42,00	45,40	40,16	26,17	43,07	42,43	41,96	43,54	38,7	39,45
Al_2O_3	11,39	8,38	0,84	2,34	4,20	5,50	7,59	3,99	4,32	5,53
TiO_2	2,86	1,83	0,20	5,97	0,25	0,96	1,35	0,81	1,35	2,05
Fe_2O_3	5,27	5,05	1,88	13,06	2,19	2,62	4,46	2,51	5,70	8,07
FeO	10,30	7,72	11,87	28,72	9,40	9,89	9,46	9,84	4,58	3,69
MnO	0,24	0,20	0,21	0,40	0,26	-	0,26	0,21	0,07	0,11
MgO	12,35	16,83	43,16	21,95	36,43	30,79	25,32	34,02	34,6	28,9
CaO	11,31	12,02	0,75	0,57	2,98	4,78	7,45	3,46	7,53	7,4
Na_2O	1,80	1,08	0,31	0,34	0,38	0,81	1,10	0,56	0,38	0,4
K_2O	0,84	0,39	0,14	0,14	0,15	0,44	0,65	0,25	1,16	2,6
P_2O_5	0,33	0,16	0,04	-	0,05	0,08	0,40	0,05	0,96	0,7
Pcm	61,8	91,4	66,5	50,4	75,3	76,0	76,5	75,8	68,3	67,1
R	1,6	0,3	31,3	45,4	20,2	16,7	13,2	18,4	24,3	29,4
Ap	0,6	0,3	0,2	-	0,2	0,3	0,9	0,2	1,8	1,4
Al'	2,8	0,8	-	1,6	2,2	1,7	2,1	1,3	-	-
Ne	13,1	7,2	2,0	2,5	2,2	5,4	7,8	3,6	5,6	11,1
AF	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
An	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
k_a	0,34	0,36	0,76	0,30	0,17	0,31	0,33	0,29	0,43	0,64
k_k	0,33	0,23	0,30	0,27	0,27	0,31	0,36	0,28	2,27	4,75
k_{si}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

1-piroxenit cu augit;2-piroxenit cu Opx;3-piroxenit cu Opx şi Cpx; 4-piroxenit olivinic;5-piroxenit(media);6-piroxenit alcalin(media); 7-piroxenit biotitic;8-ariegit;9-hiperstenit hornblendic;10-hornblendit;11-hornblendit olivinic;12-dunit;13-dunit mineralisat;14-peridotit piroxenic;15-peridotit hornblendic;16-peridotit alcalin; 17-peridotit(media);18-kimberlit bazaltoidic;19-kimberlit micaceu.

Calcularea compoziţiei medii a piroxeniteler,confirmă posibilitatea existenţei piroxenilor în calitate de component petrogen principal(tab.30).Proporţia piroxenului normativ,calculat prin varianta cu olivin,oscilează în limitele 93,6-97,6% în varietăţile lipsite de olivin şi între 77,4 şi 86,6% în cele olivinice sau piroxenitele alcaline.Apariţia unor cantităţi ridicate de olivin normativ(22,6-12,2%) în special în cazul piroxeniteler olivinice şi alcaline subliniază analogia dintre caracteristicile petrochimice şi criteriile mineralogice cantitative de clasificare.

Caracteristicile petrochimice ale alcalinităţii ultrabazitelor-cantitatea absolută de alcalii(sau conţinutul procentual de Ne) şi valoarea k_a delimitează clar compoziţiile piroxenitelor alcaline de cele normale.Excesul de Si din cadrul piroxenitelor cu Opx şi Cpx,ce depăşeşte necesarul formării Fem-permite includerea alcaliilor în AF iar Ca în An.Combinarea valorilor k_{si}-ce corespund sienitelor,cu valori k_a tipice gabbrourilor,necesită încadrarea petrochimică a rocilor în tipul SUBULTRABAZIC.In acest caz,gradul melanocrat ridicat al rocii reduce valoarea lui k_{si}. Excesul de aluminiu în compoziţia medie a piroxenitului cu Opx POATE INDICA PREZENTA posibilă a SPINELULUI sau ANORTITULUI în compoziţia mineralogică reală a rocii.Indicatorii petrochimici ai prezenţei biotitului în piroxenitul biotitic sunt conţinutul absolut în alcalii cu dominarea potasiului(k_k=2,81) şi valori ridicate ale coeficientului agpaitic(k_a=0,54).

Compoziţiile medii ale ultrabazitelor hornblendice-ariegite,hiperstenite hornblendice,hornblenditelor şi hornblenditelor olivinice-se caracterizează printr-un exces sistematic de aluminiu şi siliciu şi conţinuturi absolute mărite de alcalii.In hornblendite cantitatea alcaliilor şi valoarea k_a le apropie de caracteristicile piroxenitelor alcaline.Excesul de Si,confirmat şi de relaţia A + B < Si + Al,se corelează cu abaterile compoziţionale ale mineralelor petrogene ce participă în gruparea Fem(se cunoaşte că în unii amfiboli B/(Si+Al) = 7:8).Excesul de aluminiu se leagă de asocierea hornblendei cu ANORTIT şi SPINELI.

Specificul mineralogic-cantitativ al dunitului devine evident la compararea acestuia cu piroxenitul augitic.In dunitele mineralizate raportul dintre olivin şi oxizi este de 1:1(50% şi 50%).

Particularităţile petrochimice ale peridotitelor-având compoziţii piroxen-olivinice şi un conţinut de spineli(acesta rezultă din excesul sistematic de aluminiu)-subliniază concordanţa dintre criteriile petrochimice şi petrografice de clasificare.Conţinutul procentual de olivină este baza cantitativă a separării piroxenitelor de peridotite şi dunite.Compoziţia medie a peridotitului alcalin,se caracterizează prin conţinuturi mai ridicate de alcalii şi valori mărite a coeficientului agpaitic k_a-care-l disting de peridotitele normale.In categoria peridotitelor alcaline se încadrează şi kimberlitele,pentru care este caracteristică creşterea rolului alcaliilor comparativ cu al aluminiului.Acest lucru este marcat de valori ridicate k_a , lipsa Al' şi caracterul dominant potasic.

V.8.Metoda Barth(1948,1955)

Baza teoretică a metodei pleacă de la cristalochimia silicaţilor:1) în volumul silicaţilor şi rocilor o pondere mare au ionii de oxigen(O^{2-} = 1,36Å);2)oxigenul îşi menţine volumul în cursul proceselor metamorfice şi metasomatice;3)numărul ionilor de oxigen din unitatea de volum,rămâne constant.

Principiul metodei pleacă de la faptul că proporţiile diverselor elemente chimice sunt variabile la un volum constant de 160 sau 1600 oxigeni.Acest număr permite compararea elementelor chimice din roci,prin scrierea"CELULEI STANDARD la 16o(1600)OXIGENI" sau "FORMULA ROCII".Astfel:

-cuarţitele conţin 800 ioni de Si la 1600 oxigeni;
-rocile cu olivine 1200 ioni de(Mg,Fe,Si) la 1600 oxigeni;
-magnetitul şi cromitul,1200 ioni de(Fe,Cr,Mg) la 1600 de oxigeni;
-rocile magmatice 1000 ioni la 1600 oxigeni.

V.8.1.Modul de calcul

1.Procentele oxizilor elementelor petrogene se recalculează în proporţii ATOMICE;

2.Se calculează proporţia atomilor de oxigen,legaţi de elementele electropozitive(cationi):

1) cantităţile de Si şi Ti se dublează;
2) cantităţile de Al,Fe^{3+},Cr^{3+},Ti^{3+} se multiplică cu 1,5;
3) elementele bivalente Fe,Mn,Mg,Ni,Co,Ca se multiplică cu 1 ;
4) pentru elementele alcaline(Na,K,Li) se utilizează factorul de multiplicare 0,5;
5) cantitatea de oxigen legată cu hidrogenul,poate fi calculată prin două metode:

a.se admite că întreaga cantitate de hidrogen este legată în grupările HIDROXILICE(în acest caz conţinutul hidrogenului este egal cu cel al oxigenului);
b.în minerale există molecule de apă(în acest caz cantitatea de oxigen se va reduce la 1/2;

3.Determinăm suma atomilor de oxigen,ce intră în oxizii menţionaţi în analiza de silicaţi;

4.Stabilim cantitatea fiecărui atom din"formula standard", înmulţind proporţiile atomice ale fiecărui element chimic cu factorul rezultat din împărţirea 1 6 00/2945(oxigen probă) = 0,543;

5.Calculăm formula standard a rocii,multiplicând proporţiile atomice cu coeficientul 0,543(1600/ oxigen).Numărul oxigenilor apare din diferenţa între 1600 şi numărul grupărilor hidroxilice ;

6.Comparând formulele obţinute pentru două roci diferite sau o serie de roci,putem determina cantitatea atomilor diverşilor oxizi,care au fost îndepărtaţi sau introduşi în roci,prin diverse procese metasomatice,inclusiv skarne.

V.8.1.a. Minettă hornblendică,Norvegia

Oxidul	%	Proporţii atomice	Factor multiplic.	Proporţii atomice de oxigen	Cantitatea ionilor electropozitivi(cationi)din celula STANDARD.
SiO_2	52,68	878	2	1756	477
TiO_2	0,71	34	2	68	18
Al_2O_3	14,02	274	1,5	411	149
Fe_2O_3	5,04	62	1,5	93	34
FeO+MnO	6,40	89	1	89	48
MgO	3,35	83	1	83	45
CaO	6,42	114	1	114	62
Na_2O	2,43	78	0,5	39	42
K_2O	3,30	70	0,5	35	38
P_2O_5	1,30	18	2,5	45	9
H_2O	1,89	212	1	212	115
Total	99,54	1912		2945	1037

1.Procentele oxizilor se transformă în proporţii atomice.

2.Calculăm proporţia atomilor de oxigen,legată de elementul chimic prin multiplicarea lor cu următorii factori de multiplicare: 2(Si,Ti);1,5(Al,Fe^{3+});Fe^{24},Mn,Mg,Ca-1;0,5(Na,K);2,5(P);1(H).

3.Totalizăm proporţia de oxigen,legată în oxizi.

4.Calculăm proporţia atomilor fiecărui element din celula standard,prin multiplicare cu factorul obţinut din împărţirea: 1600 : 2945 = 0,543.Exemplu:cantitatea atomilor de Al=274.0,543 = =149.Formula rocii: $K_{38}Na_{42}Ca_{62}Mg_{45}(Fe^{2+}+Fe^{3+})_{82}Al_{149}Ti_{18}Si_{477}\cdot P_9(O_{1485}OH_{115})$

Dacă comparăm datele obţinute,cu a diabazului iniţial,atunci schimbările ce au decurs prin metasomatoză,pot fi exprimate astfel: Aport(+) 24K,7-P şi 21-OH ;Eliminare(-) 3-Na;25-Fe;1-Ti;28-Ca; 11-Al ;14-Mg şi 8-Si.

Tabelul XXXI

GRANIT celula Barth.

Oxidul	%	Proporţii atomice	Atomi %	Proporţia ionilor de oxigen	Proporţia cationilor din celula STANDARD
SiO_2	73,3	1220	71,2	2440	648
TiO_2	0,23	3	0,2	6	2
Al_2O_3	12,6	248	14,5	372	132
Fe_2O_3	2,0	24	14	36	13
FeO	0,43	6	0,4	6	3
MgO	0,2	5	0,3	5	3
CaO	1,80	32	1,9	32	17
Na_2O	2,39	78	4,6	39	41
K_2O	4,52	96	5,6	48	51
H_2O	0,23	26	$1,5^{\Xi}$	26	14
P_2O_5	0,07	1	0,1	2	1
Total	97,77	1739	100,2	3012	925

Ξ nu intră în suma de 100

Formula rocii:

$$K_{51}Na_{41}Ca_{17}Mg_3Fe^{2+}_3Fe^{3+}_{13}Al_{132}Ti_2Si_{648}P_1C_0O_{1586}OH_{14}$$

1.Procentele oxizilor se transformă în proporţii atomice.

2.Calculăm proporţia atomilor de oxigen,legaţi de celelalte elemente chimice(cantităţile de Si şi Ti se multiplică de două ori, Al şi Fe^{3+} cu 1,5;Fe^{2+},Mg,Ca cu 1;K,Na cu 0,5;H cu 1 şi P cu 2,5). Proporţiile se totalizează(3012) şi se recalculează la 1600.Factorul de multiplicare 1600 : 3012 = 0,531.

3.Suma ionilor electropozitivi din "celula standard" poate fi utilizată la stabilirea caracterului rocii.Rocile din seria normală vor conţine aproximativ 1000 cationi.

4.Intocmim formula standard a rocii.

5.Stabilim aportul(+) sau eliminarea(-) a fiecărui element chimic,în raport cu roca de comparaţie.

Prezentăm modul de calcul la următoarele tipuri de roci: granodiorit(tab.XXXII),endoskarn(tab.XXXIII),alloskarn(tab.XXXIV) şi calcar marmurean(tab.XXXV).

GRANODIORIT

Tabelul XXXII

Oxidul	%	Pr.atomice	Atomi,%	Proporţia atomilor	Proporţia cationilor la 1600 oxigeni
SiO_2	58,45	973	54,8	1946	529
TiO_2	1,02	13	0,7	26	7

Tabelul XXXII

Oxidul	%	Pr.atomice	Atomi,%	Proporţii atomice O_2	Proporţia cationilor la 1600 oxigeni
Al_2O_3	16,67	973	54,8	1946	178
Fe_2O_3	3,34	42	2,4	63	23
FeO	6,65	93	5,2	93	51
MgO	2,12	53	3,0	53	29
CaO	5,08	90	5,1	90	49
Na_2O	2,48	79	4,4	40	43
K_2O	67	77	4,3	38	42
H_2O	37	41	2,3	41	22
P_2O_5	,23	2	0,1	5	1
CO_2	1,1	25	1,4	50	14
Total	100,18	1815	99,8	2935	988

Factor multiplicare 1600 : 2935 = 0,545

Formula granodioritului:

$$K_{42}Na_{43}Ca_{49}Mg_{29}Fe^{2+}_{51}Fe^{3+}_{23}Al_{178}Ti_{7}Si_{529}P_{1}C_{14}O_{1578}OH_{22}.$$

Formula granitului:

$$K_{51}Na_{41}Ca_{17}Mg_{3}Fe^{2+}_{3}Fe^{3+}_{13}Al_{132}Ti_{2}Si_{648}P_{1}C_{0}O_{1586}OH_{14}$$

Aport (+) Eliminare(-)

Na-2;Ca-32;Mg-26;Fe^{2+}-48;Fe^{3+}-10 ; K-9 ; Si-119

Al-46 ; Ti-5;OH-8; C-14 ioni

Tabelul XXXIII

ENDOSCARN

Oxidul	%	Pr.atomice	Atomi,%	Proporţii atomice,O_2	Proporţia cationilor la 1600 oxigeni
SiO_2	51,76	862	50,8	1724	502
TiO_2	0,03	-	-	-	-
Al_2O_3	8,23	161	9,5	240	94
Fe_2O_3	3,53	45	2,6	67	26
FeO	11,76	164	9,5	164	95
MgO	2,35	58	3,4	58	34
CaO	16,50	294	17,3	294	171
Na_2O	1,18	38	2,2	19	22
K_2O	1,17	25	1,5	13	14
H_2O	1,17	130	7,6	65	76
CO_2	2,35	53	3,1	106	31
Total	100,13	1830	100,0	2756	1005

Factor multiplicare 1600 : 2756 = 0,582.

Formula endoscarnului:

$$K_{14}Na_{22}Ca_{171}Mg_{34}Fe^{2+}_{96}Fe^{3+}_{26}Al_{94}Si_{502}C_{31}P_{0}O_{1524}OH_{76}.$$

Formula granodioritului:

$K_{42}Na_{41}Ca_{49}Mg_{29}Fe^{2+}_{51}Fe^{3+}_{23}Al_{178}Ti_7Si_{529}C_{14}P_1\ O_{1578}OH_{22}$

Aport(+)

Ca-122; Mg-5 ; Fe^{2+} - 44 ; Fe^{3+}-3 ; C - 17 ; OH -54 ;

Eliminare(-)

K-28 ; Na-19 ; Al - 84 ; Ti-7 ; Si-27 ; P - 1 ;

Tabelul XXXIV

ALLOSKARN

Oxidul	%	Pr.atomice	Atomi,%	Proporţii atomice,O_2	Proporţia cationilor la celula standard.
SiO_2	47,0	783	46,8	1566	483
TiO_2	-	-	-	-	-
Al_2O_3	2,35	46	2,8	69	28
Fe_2O_3	5,88	74	4,4	111	46
FeO	16,47	229	13,6	229	141
MgO	2,30	57	3,4	57	35
CaO	20,0	357	21,3	357	220
Na_2O	1,20	39	2,3	19	24
K_2O	1,10	23	1,4	11	14
H_2O	0,7	78	4,7	39	48
P_2O_5	-	-	-	-	-
CO_2	2,94	67	4,0	134	41
Total	99,94	1753	100,0	2592	1080

Factor multiplicare 1600 : 2592 = 0,617.

Formula alloskarnului:

$K_{14}Na_{24}Ca_{220}Mg_{35}Fe^{2+}_{141}Fe^{3+}_{46}Al_{28}Ti_0Si_{483}P_0C_{41}\ O_{1552}OH_{48}$

Formula calcarului:

$K_0Na_0Ca_{316}Mg_6Fe^{2+}_4Fe^{3+}_3Al_{13}Ti_0Si_{11}P_0C_{514}O_{1600}OH_0$

Aport(+)

K-14 ; Na - 24 ; Mg-29 ; Fe^{2+}-137 ; Fe^{3+}-43 ; Al-15 ; Si-472 ; OH-48 ;

Eliminare(-)

Ca-296 ; C-473 ;

Tabelul XXXV

Calcar marmurean(din acoperisul skarnului)

Oxidul	%	Pr.atomice	atomi,%	Proporţii atomice,O_2	Proporţia cationilor la celula standard
SiO_2	1,2	20	1,0	40	11
Al_2O_3	1,2	24	1,2	36	13

Tabelul XXIV

Oxidul	%	Pr.atomice	Atomi,%	Proporţii atomice,O_2	Proporţia cationilor la 1600 oxigeni
Fe_2O_3	0,42	5	0,3	8	3
FeO	0,56	8	0,4	8	4
MgO	0,45	11	0,6	11	6
CaO	54,11	966	48,4	966	516
Na_2O	-	-	-	-	-
K_2O	-	-	-	-	-
H_2O	-	-	-	-	-
TiO_2	-	-	-	-	-
P_2O_5	-	-	-	-	-
CO_2	42,35	963	48,3	1926	514
Total	1997		100,2	2995	1067

Factor multiplicare 1600 : 2995 = 0,534

Formula calcarului:

$$K_0Na_0Mg_6Ca_{516}Fe^{2+}_4Fe^{3+}_3Al_{13}Ti_0Si_{11}P_0C_{514}O_{1600}.$$

Reprezentarea grafică a rezultatelor în figura 29, permite urmărirea transformărilor chimice, exprimate în cationi la 1600 de oxigeni, ce au avut loc în decursul metamorfismului de contact al calcarului sub acţiunea intruziunilor granitice şi granodioritice.

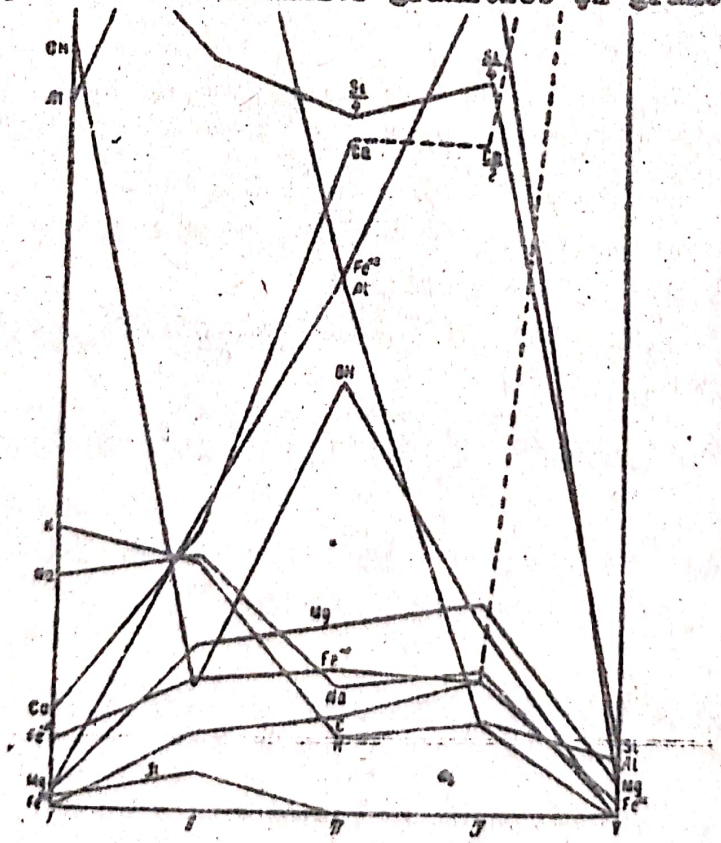


Fig.29. Diagrama modificării compoziţiei rocilor în timpul metamorfismului de contact (Barth, 1955).

TABELE DE TRANSFORMARE A CONȚINUTURILOR PROCENTUALE A OXIZILOR ÎN PROPORȚII ATOMICE.

În cazul transformării procentelor oxizilor în proporții moleculare, PROPORȚIILE ATOMICE ale Al, Fe^{3+}, Na, K, H și P se ÎMPART LA DOI.

Siliciu Si (SiO_2-greutatea moleculară 60,06)

%	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	%
35	583	584	586	588	589	591	593	594	596	598	35
36	599	601	603	604	606	608	609	611	613	614	36
37	616	618	619	621	623	624	626	628	629	631	37
38	633	634	636	638	639	641	643	644	646	648	38
39	649	651	653	654	656	658	659	661	663	664	39
40	666	668	669	671	673	674	676	678	679	681	40
41	683	684	686	688	689	691	693	694	696	698	41
42	699	701	703	704	706	708	709	711	713	714	42
43	716	718	719	721	723	724	726	728	729	731	43
44	733	734	736	738	739	741	743	744	746	748	44
45	749	751	753	754	756	758	759	761	763	764	45
46	766	768	769	771	773	774	776	778	779	781	46
47	783	784	786	788	789	791	793	794	796	798	47
48	799	801	803	804	806	808	809	811	813	814	48
49	816	818	819	821	823	824	826	828	829	831	49
50	833	834	836	838	839	841	843	844	846	848	50
51	849	851	853	854	856	858	859	861	863	864	51
52	866	868	869	871	873	874	876	878	879	881	52
53	883	884	886	888	889	891	892	894	896	897	53
54	899	901	902	904	906	907	909	911	912	914	54
55	916	917	919	921	922	924	926	927	929	931	55
56	932	934	936	937	939	941	942	944	946	947	56
57	949	951	952	954	956	957	959	961	962	964	57
58	966	967	969	971	972	974	976	977	979	981	58
59	982	984	986	987	990	991	992	994	996	997	59
60	999	1001	1002	1004	1006	1007	1009	1011	1012	1014	60
61	1016	1017	1019	1021	1022	1024	1026	1027	1029	1031	61
62	1032	1034	1036	1037	1039	1041	1042	1044	1046	1047	62
63	1049	1051	1052	1054	1056	1057	1059	1061	1062	1064	63
64	1066	1067	1069	1071	1072	1074	1076	1077	1079	1081	64
65	1082	1084	1086	1087	1089	1091	1092	1094	1096	1097	65
66	1099	1101	1102	1104	1106	1107	1109	1111	1112	1114	66
67	1116	1117	1119	1121	1122	1124	1125	1127	1129	1130	67
68	1132	1134	1135	1137	1139	1140	1142	1144	1145	1147	68
69	1149	1150	1152	1154	1155	1157	1159	1160	1162	1164	69
70	1165	1167	1169	1170	1172	1174	1175	1177	1179	1180	70
71	1182	1184	1185	1187	1189	1190	1192	1194	1195	1197	71
72	1199	1200	1202	1204	1205	1207	1209	1210	1212	1214	72
73	1215	1217	1219	1220	1222	1224	1225	1227	1229	1230	73
74	1232	1234	1235	1237	1239	1240	1242	1244	1245	1247	74
75	1249	1250	1252	1254	1255	1257	1259	1260	1262	1264	75
76	1265	1267	1269	1270	1272	1274	1275	1277	1279	1280	76
77	1282	1284	1285	1287	1289	1290	1292	1294	1296	1297	77

Scanned with OKEN Scanner

Anexa 5(continuare)

Titan Ti (TiO_2-greutatea moleculară 79,90)

%	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	%
0	000	001	003	004	005	006	008	009	010	011	0
1	013	014	015	016	018	019	020	021	023	024	1
2	025	026	028	029	030	031	033	034	035	036	2
3	038	039	040	041	043	044	045	046	048	049	3
4	050	051	053	054	055	056	058	059	060	061	4
5	063	064	065	066	068	069	070	071	073	074	5
6	075	076	078	079	080	081	083	084	085	086	6
7	088	089	090	091	093	094	095	096	098	099	7
8	100	101	103	104	105	106	108	109	110	111	8
9	113	114	115	116	118	119	120	121	123	124	9

Aluminiu Al (Al_2O_3-greutatea moleculară 101,94)

%	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	%
0	000	002	004	006	008	010	012	014	016	018	0
1	020	022	024	026	028	030	032	034	036	038	1
2	040	042	044	046	048	050	050	052	054	056	2
3	058	060	062	064	066	068	070	072	074	076	3
4	078	080	082	084	086	088	090	092	094	096	4
5	098	100	102	104	106	108	110	112	114	116	5
6	118	120	122	124	126	128	130	132	134	136	6
7	138	140	142	144	146	148	150	150	152	154	7
8	156	158	160	162	164	166	168	170	172	174	8
9	176	178	180	182	184	186	188	190	192	194	9
10	196	198	200	202	204	206	208	210	212	214	10
11	216	218	220	222	224	226	228	230	232	234	11
12	236	238	240	242	244	246	248	250	250	252	12
13	254	256	258	260	262	264	266	268	270	272	13
14	274	276	278	280	282	284	286	288	290	292	14
15	294	296	298	300	302	304	305	308	310	312	15
16	314	316	318	320	322	324	326	328	330	332	16
17	334	336	338	340	342	344	346	348	350	352	17
18	354	356	356	358	360	362	364	366	368	370	18
19	372	374	376	378	380	382	384	386	388	390	19
20	392	394	396	398	400	402	404	406	408	410	20
21	412	414	416	418	420	422	424	426	428	430	21
22	432	434	436	438	440	442	444	446	448	450	22
23	452	454	456	458	458	460	462	464	466	468	23
24	470	472	474	476	478	480	482	484	486	488	24
25	490	492	494	496	498	500	502	504	506	508	25
26	510	512	514	516	518	520	522	524	526	528	26
27	530	532	534	536	538	540	542	544	546	548	27
28	550	552	554	556	558	560	562	562	564	566	28
29	568	570	572	574	576	578	580	582	584	586	29

Mangan Mn^{24}(MnO-greutatea moleculară 70,93)

%	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	%
0	000	001	003	004	006	007	008	010	011	013	0
1	014	015	017	018	020	021	023	024	025	027	1
2	028	030	031	032	034	035	037	038	039	041	2
3	042	044	045	046	048	049	051	052	054	055	3

Scanned with OKEN Scanner

Fier Fe^{3+}(Fe_2O_3-greutatea moleculară 159,68)

%	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	%
0	000	001	002	004	006	006	008	008	010	012	0
1	012	014	014	016	018	018	020	022	022	024	1
2	024	026	029	028	030	032	032	034	034	036	2
3	038	038	040	042	042	044	046	046	048	048	3
4	050	052	052	054	056	056	058	058	060	060	4
5	062	064	066	066	068	068	070	072	072	074	5
6	076	076	078	078	080	082	082	084	086	086	6
7	088	088	090	092	092	094	096	096	098	098	7
8	100	102	102	104	106	106	108	108	110	112	8
9	112	114	116	116	118	118	120	1222	122	124	9
10	126	126	128	128	130	132	132	134	136	136	10
11	138	138	140	142	144	146	146	146	148	148	11
12	150	152	152	154	156	156	158	158	160	162	12
13	162	164	166	166	168	168	170	172	172	174	13
14	176	176	178	180	180	182	182	184	186	186	14
15	188	190	190	192	192	194	196	196	198	200	15
16	200	202	202	204	206	206	208	210	210	212	16
17	212	214	216	216	218	220	220	222	222	224	17
18	226	226	228	230	230	232	232	234	236	236	18
19	238	240	240	242	242	244	246	246	248	250	19

Fier Fe^{2+}(FeO-greutatea moleculară 71,94)

%	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	%
0	000	001	003	004	006	007	008	010	011	012	0
1	014	015	017	018	019	021	022	024	025	026	1
2	028	029	031	032	033	035	036	038	039	040	2
3	042	043	044	046	047	049	050	051	053	054	3
4	056	057	058	060	061	063	064	065	067	068	4
5	070	071	072	074	075	077	078	079	081	082	5
6	083	085	086	088	089	090	092	093	095	096	6
7	097	099	100	102	103	104	106	107	109	110	7
8	111	113	114	115	117	118	120	121	122	124	8
9	125	127	128	129	131	132	134	135	136	138	9
10	139	141	142	143	145	146	148	149	150	152	10
11	153	154	156	157	159	160	161	163	164	166	11
12	167	168	170	171	173	174	175	177	178	180	12
13	181	182	184	185	186	188	189	191	192	193	13
14	195	196	198	199	200	202	203	205	206	207	14
15	200	210	212	213	214	216	217	218	220	221	15
16	223	224	225	227	228	230	231	232	234	235	16
17	237	238	239	241	242	244	245	246	248	249	17
18	251	252	253	255	256	257	259	260	262	263	18
19	264	266	267	269	270	271	273	274	276	277	19

Hidrogenul(H_2O-greutatea moleculară 18,016)

%	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	%
0	000	012	022	034	044	056	066	078	088	100	0
1	112	122	134	144	156	166	178	184	200	212	1
2	222	234	244	256	266	278	288	300	310	322	2

Hidrogen(continuare)

%	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	%
3	332	344	356	366	378	388	400	410	422	434	3
4	444	456	466	478	488	500	510	5222	532	544	4
5	55	566	578	588	600	610	6222	632	644	656	5
6	66	678	688	700	710	722	732	744	754	766	6
7	778	788	800	810	822	932	844	854	866	876	7
8	888	900	910	922	932	944	956	956	978	988	8
9	1000	1010	1022	1032	1044	105'	1066	1076	1088	1100	9

Magneziu Mg(MgO-greutatea moleculară 40,32)

%	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	%
0	000	003	005	007	010	012	015	017	020	022	0
1	025	027	030	032	035	037	040	042	045	047	1
2	050	052	055	057	059	062	065	067	069	072	2
3	074	077	079	082	084	087	089	092	094	097	3
4	099	102	104	107	109	112	114	117	119	121	4
5	124	127	129	132	134	136	139	141	144	146	5
6	149	151	154	156	159	161	164	166	169	171	6
7	174	176	179	181	183	186	189	191	194	196	7
8	198	201	203	206	208	211	213	216	218	221	8
9	223	226	228	231	233	236	238	241	243	245	9
10	248	250	253	256	258	260	263	265	268	270	10
11	273	275	278	280	283	285	288	290	293	295	11
12	298	300	303	305	307	310	312	315	317	320	12
13	322	325	327	330	332	335	337	340	342	345	13
14	347	350	352	355	357	360	362	365	367	369	14
15	372	374	377	379	382	384	387	389	392	394	15
16	397	399	402	404	407	409	412	414	417	419	16
17	422	424	427	429	432	434	436	439	441	444	17
18	446	449	451	454	456	459	461	464	466	469	18
19	471	474	476	479	481	484	486	489	491	494	19
20	496	499	501	503	506	508	511	513	516	518	20
21	521	523	526	528	531	533	536	538	541	543	21
22	547	548	551	553	556	558	560	563	566	568	22
23	570	573	575	578	580	583	585	588	590	593	23
24	595	598	600	603	605	608	610	613	615	618	24
25	620	622	625	628	630	632	635	637	640	642	25
26	645	647	650	652	655	657	660	662	665	667	26
27	670	672	675	677	680	682	685	687	690	692	27
28	694	697	699	702	704	707	709	712	714	717	28
29	719	722	724	727	729	732	734	737	739	742	29
30	744	746	749	751	754	756	759	761	764	766	30
31	769	771	774	776	779	781	784	786	789	791	31
32	794	796	799	801	804	806	808	811	814	816	32
33	819	821	823	826	828	831	833	836	838	841	33
34	843	846	848	851	853	856	858	861	863	866	34
35	868	870	873	876	878	881	883	885	888	890	35
36	893	895	898	900	903	905	908	910	913	915	36
37	918	920	923	925	928	930	932	935	937	940	37
38	942	945	947	950	952	955	957	960	962	965	38
39	967	970	972	975	977	980	982	985	987	990	39
40	992	994	997	999	1002	1004	1007	1009	1012	1014	40

Scanned with OKEN Scanner

Calciu Ca(CaO-greutatea moleculară 56,08)

%	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	%
0	000	002	004	005	007	009	011	013	014	016	0
1	018	020	021	023	025	027	029	030	032	034	1
2	036	038	039	041	043	045	046	048	050	052	2
3	054	055	057	059	061	062	064	066	068	070	3
4	071	073	075	077	079	080	082	084	086	087	4
5	089	091	093	095	096	098	100	102	103	105	5
6	107	109	111	112	114	116	118	120	121	123	6
7	125	127	128	130	132	134	136	137	139	141	7
8	143	144	146	148	150	152	153	155	157	159	8
9	161	162	164	166	168	169	171	173	175	177	9
10	178	180	182	184	185	187	189	191	193	194	10
11	196	198	200	201	203	205	207	209	210	212	11
12	214	216	218	219	221	223	225	227	228	230	12
13	232	234	235	237	239	241	243	244	246	248	13
14	250	251	253	255	257	259	260	262	264	266	14
15	268	269	271	273	275	276	278	280	282	284	15
16	285	287	289	291	292	294	296	297	300	301	16
17	303	305	307	308	310	312	314	316	317	319	17
18	321	323	324	326	328	330	332	334	335	337	18
19	339	341	342	344	346	348	349	351	353	355	19
20	357	358	360	362	364	366	367	369	371	373	20
21	375	376	378	380	382	383	385	387	389	391	21
22	392	394	396	398	399	401	403	405	407	408	22
23	410	412	414	416	417	419	421	423	424	426	23
24	428	430	432	433	435	437	439	440	442	444	24

Sodiu Na (Na_2O-greutatea moleculară 61,994)

%	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	%
0	000	004	006	010	012	016	020	022	026	030	0
1	032	036	038	042	046	048	052	054	058	062	1
2	064	068	070	074	076	080	084	088	090	094	2
3	096	100	104	106	110	112	116	120	122	126	3
4	130	132	136	138	142	146	148	152	154	158	4
5	162	164	168	170	174	178	180	184	188	190	5
6	194	196	200	204	206	210	212	216	220	222	6
7	226	230	232	236	238	242	246	248	252	254	7
8	258	262	264	268	270	274	278	280	284	288	8
9	290	294	296	300	304	306	310	312	316	320	9
10	322	326	330	332	336	338	342	346	348	352	10
11	354	358	362	364	368	370	374	378	380	382	11
12	388	390	394	396	400	404	406	410	412	416	12
13	420	422	426	430	432	436	438	442	446	448	13
14	452	454	458	462	464	468	470	474	478	480	14
15	484	488	490	494	496	500	504	506	510	512	15
16	516	520	522	526	530	532	536	538	542	546	16
17	548	552	554	558	562	564	568	570	574	578	17
18	580	584	588	590	594	596	600	604	606	610	18
19	612	616	620	622	626	630	632	636	638	642	19

Scanned with OKEN Scanner

Potasiu K (K_2O-greutatea moleculară 94,20)

%	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	%
0	000	002	004	006	008	010	012	014	018	020	0
1	022	024	026	028	030	032	034	036	038	040	1
2	042	044	046	048	050	054	056	058	060	062	2
3	064	066	068	070	072	074	076	078	080	082	3
4	084	088	090	092	094	096	098	100	102	104	4
5	106	108	110	112	114	116	118	122	124	126	5
6	128	130	132	134	136	138	140	142	144	146	6
7	148	150	152	154	158	160	162	164	166	168	7
8	170	172	174	176	178	180	182	184	186	188	8
9	190	194	196	198	200	202	204	206	208	210	9
10	212	214	216	218	220	222	224	228	230	232	10
11	234	236	238	240	242	244	246	248	250	252	11
12	254	256	258	262	264	266	268	270	272	274	12
13	276	278	280	284	284	286	288	290	292	296	13
14	298	300	302	304	306	308	310	312	314	316	14
15	318	320	322	324	326	330	332	334	336	338	15
16	340	342	344	346	348	350	352	354	356	358	16
17	360	362	366	368	370	372	374	376	378	380	17
18	382	384	386	388	390	392	394	396	400	402	18
19	404	406	408	410	412	414	416	418	420	422	19

Fosfor P (P_2O_5-greutatea moleculară 142,04)

%	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	%
0	000	002	002	004	006	008	008	010	012	012	0
1	014	016	016	018	020	022	022	024	026	026	1
2	028	030	030	032	034	036	036	038	040	040	2
3	042	044	046	046	048	050	050	052	054	054	3
4	056	058	060	060	062	064	064	066	068	070	4
5	070	072	074	076	076	078	078	080	082	084	5

Greutăţile moleculare şi echivalente ale componenţilor minori

Elementul chimic	Gr.moleculară	Greutatea echivalentă
Bariu Ba (BaO)	153,36	153,36
Litiu Li (Li_2O)	30,86	15,44
Nichel Ni (NiO)	74,69	74,69
Sulf:		
sulfidic S	gr.atomică 32,06	32,06
SO_3	80,06	80,06
Stronţiu Sr (SrO)	103,63	103,63
Fluor F	gr.atomică 19,00	19,00
Clor Cl	gr.atomică 35,46	35,46
Crom Cr (Cr_2O_3)	152,02	76,01
Zirconiu Zr (ZrO_2)	123,22	123,22

Pentru obţinerea proporţiilor atomice, conţinutul procentual al oxizilor se împarte la greutatea echivalentă, pentru obţinerea proporţiilor moleculare-la greutatea moleculară).

V.9.Metoda Streckeisen.

Streckeisen încercând să rezolve dificultăţile pe care le ridică rocile vulcanice în ceea ce priveşte determinarea compoziţiei mineralogice şi identificarea speciilor petrografice vulcanice,subvulcanice şi plutonice,a elaborat un sistem de calcul normativ apropiat de compoziţia mineralogică reală,ce permite stabilirea parametrilor Q-A-P;A-P-F şi M şi încadrarea rocilor analizate chimic, în diagramele QAPF. Utilizarea acestora se realizează diferenţiat funcţie de indicele mafic-M,care poate fi mai mare sau mai mic de 90% şi structura rocii.

V.9.a.Modul de calcul al parametrilor Streckeisen.

1.Conţinuturile procentuale ale oxizilor se împart la greutatea moleculară a acestora.

2.Rezultatele obţinute se înmulţesc cu 10.000.

3.Calculăm suma proporţiilor moleculare.

4.In funcţie de această valoare se recalculează procentele fiecărui element chimic în parte.

5.Se tabelează valorile procentuale ale proporţiilor moleculare şi mineralele normative:Q,Or,Ab,An,Le,Cor,Ac,Di,Wo,Ol,Mt, He şi Ilm(tabelul XXXVI).

Tabelul XXXVI

Modul de calcul,al parametrilor Streckeisen.

Mineral	Si	Ti	Al	Fe^{3+}	Fe^{2+}	Mn	Mg	Ca	Na	K	Total
%	41,64	3,45	6,74	5,11	5,36	0,11	28,11	7,57	1,8	0,11	100
Q X	9,18										9,18
Or IV	0,33		0,11	Q=9,18 %	Q = 30,01					0,11	0,55
Ab V	5,40		1,80	Or=0,33	A = 1,08				1,8		9,00
An VI	4,83		4,83R	Ab=9,00	P = 68,91			2,41			12,07
Le				An=12,07							
Cor				P = Or+Ab+An=Or+P=21,62							
Di IX(Mn)	0,11					0,11					0,22
Wo VII	10,32						5,16	5,16R			20,64
Ol VIII	11,47						22,95R				34,42
Mt II				3,82	1,91						5,73
He III				1,29R							1,29
Ilm I		3,45			3,45						6,90
Total	32,46	3,45	6,74	5,11	5,36	0,11	28,11	7,57	1,8	0,11	100

M =Di+Wo+Ol+Mt+He+Ilm = 0,22+20,64+34,42+5,73+1,29+6,9=66,20
Q = 41,64Si-32,46 = 9,18

4,83R aluminiul rămas după formarea Or,Ab şi An.Ordinea de calcul a mineralelor normative:I,II,III,IV,V,VI,VII,VIII,IX şi X.

V.9.b.Ordinea calculelor:

1.Suma mineralelor normative trebuie să fie 100 pe verticală şi 100 pe orizontală(proporţiile moleculare recalculate la 100).

2.La cantităţi reduse de Zr,Mn,F,H_2O acestea vor fi excluse din calculul proporţiilor cationilor.

3.Modul de calcul este superior normei CIPW.

V.9.c.Calculul normei metamorfice şi plutonice

Barth recomandă calculul catanormei pentru rocile metamorfice,ca MEZONORMA-în faciesul amfibolitelor; iar epinorma la grade scăzute de metamorfism.Mezonorma poate fi aplicată şi în cazul rocilor granitice.

c_1.Mineralele mezonormei-

Biotitul şi amfibolii sunt minerale standard în parageneze-le cu olivine,ortopiroxen şi clinopiroxen.Acestea se calculează prin metoda Niggli-Barth,neglijându-se hidrogenul.(Tab.XXXVII)

Tabelul XXXVII

	Si	Ti	Al	Fe^3	FeMn	Mg	Ca	Na	K	P
Cationi,%	44,81	2,85	16,08	5,68	4,81	12,24	6,59	4,14	2,43	0,42
Cuarţ Si 2,22										Q 2,22
Or KAl3Si 7,29			2,43						2,43	Or-12,15
Ab NaAl3Si 12,42			4,14					4,14		Ab-20,70
An Ca2Al2Si 9,51			9,51R				4,755			An-23,78
Di CaMgFe2Si 2,26						1,13	1,13			Di- 4,52
Wo CaSi										
Hy $MgFe^{"}Si$ 11,11						11,11				Hy-22,22
Ol $2(Mg,Fe^{"})Si$										
Mt $Fe^{"}Fe^{'''}.2$				3,92	1,96					Mt- 5,88
Py $Fe^{"}2S$										
He $2Fe^{'''}$				1,70						He- 1,70
Ilm $Fe^{"}Ti$		2,85			2,85					Ilm-5,70
Ap 5Ca.3P										
Ca CaC							0,70			0,42 1,12
Total	44,81	2,85	16,08	5,68	4,81	12,24	6,59	4,14	2,43	0,42 100

1 Fo = 1/3 Mg_2SiO_4 ; 1Bi = 1/8 $KAlMg_3Si_3O_{10}(OH)_2$;

1 Hb = 1/15 $Ca_2Mg_4Al_2Si_7O_{22}(OH)_2$;1Ac=1/15$Ca_2Mg_5Si_8O_{22}(OH)_2$

1 Ed(EDENIT)=1/16 $NaCa_2Mg_5AlSi_7O_{22}(OH)_2$.

EDENIT. Este o hornblendă verde, în parte pargasit, incoloră sau slab colorată în verde deschis.

e_2.Calculul mezonormei

1.Accesoriile:MAGNETIT,TITANIT,APATIT,CALCIT se calculează ca în cazul normal.

2.Se calculează ALBITUL şi ORTOCLAZUL.

3.Se combină Fe" rezidual cu Mg obţinându-se Mg', cu Ca şi Al determinându-se Ca' şi Al'

4.Apare relaţia Al' - Ca' - Mg' - K ;

5.Dacă Al' > 2Ca'

a. este caracteristic gnaiselor granitice

b. Ca' se utilizează ca ANORTIT,iar Al' drept CORINDON

c.BIOTITUL din ecuaţia: 3Mg' + 5Or = 8 Bi

6.Dacă Al' < 2Ca' sau Al' > 2Ca' - $Mg^{1/2}$

a.gnaise cu hornblendă

b.Ca' se distribuie între ANORTIT şi HORNBLENDA astfel:

x-Ca' în ANORTIT iar y-Ca' din HORNBLENDA

x+y = Ca' şi 2x+y = Al'

c.BIOTITUL se calculează din ecuaţia: 3Mg'+5Or=8Bi

7.Dacă Al' $\leq$ 2Ca' - $Mg^{1/2}$

a.roci bazice cu hornblendă

b.Ca' se distribuie între ANORTIT,HORNBLENDA,DIOPSID

x-Ca' în ANORTIT;y-Ca' în HORNBLENDA;z-Ca'-DIOPSID

x+y+z = Ca'

2x+y = Al'

2y+z = Mg'

sau Ca' în ANORTIT=x=1/3(Al'+Ca'-Mg')

c.BIOTITUL 3Mg' + 5Or = 8Bi.

8. Ca' > Al' 1/2 + Mg' în sistem apare CALCIT

9. Al' + $Mg^{1/2}$ > 2Ca' + 3/2K şi Mg' > 3K (feldspatul potasic lipseşte).

10. Mg' > 2Ca' + 3K (ANORTITUL este absent)

e_3.Calcularea normei rocilor vulcanice

Se utilizează o metodă combinată CIPW-NIGGLI.Din procentele oxizilor prezenţi în analiza de silicaţi,se calculează atomii de metal sau proporţia cationilor,suma acestora se recalculează la 100 (tabelul XXXVIII).

1.3P:5Ca pentru APATIT;

2.1Ti:1Fe" pentru ILMENIT

3.2S :1Fe" pentru PIRIT

4.1C:1Ca pentru CALCIT(CO_2 det)

5.1K:1Al pentru ORTOCLAZ(LEUCIT)

6.1Na:1Al pentru ALBIT(NEFELIN).

7. Restul 1Na:1Fe^{3+} pentru ACMIT

8. 2Fe^{3+} : 1Fe^{2+} pentru MAGNETIT

9. Fe^{3+} rezidual pentru HEMATIT

Tabelul XXXVIII

Norma rocilor vulcanice

Oxidul	%	Pr.atomice oxigen	Pr. atomice de metal, H.F.	Proporţii atomice la 24(O,F)		
SiO_2	43,74	1,4566	0,7283	6,102	1,898 Al^{IV}	Z = 8,000
Al_2O_3	13,74	0,4044	0,2696	2,259	0,361 Al^{VI}	
TiO_2	0,20	0,0050	0,0025	0,021		
Fe_2O_3	0,38	0,0072	0,0048	0,040		
FeO	0,10	0,0014	0,0014	0,012		Y = 5,893
MnO	0,00	-	-	-		
MgO	26,27	0,6515	0,6515	5,459		
CaO	1,89	0,0337	0,0337	0,282		
Na_2O	1,00	0,0162	0,0323	0,271		W = 1,809
K_2O	7,06	0,0749	0,1499	1,256		
H_2O^+	3,52	0,1953	0,3907	3,274		
H_2O^-	0,47	-	-	-		
F_2	0,66	-	0,0347	0,291		
P_2O_5	0,02	(0,0007)				
CO_2	0,00	-	-	-		
Cl	urme	-				
S	0,00	-				
BaO	urme	-				
Suma	99,05	2,8469				
- (O=F)	0,28	-0,0173				
Total	98,77	2,8296				
-F		0,0347				
Total O + F		2,8643				
Anioni	3,274 OH 0,291 F (0,4350)+20,000 Oxigeni					
TOTAL	4,000 + 20,000 = 24,000					
Factor de multiplicare	24 : 2,8643 = 8,379					

10. 2Al : 1Ca pentru ANORTIT

11. Restul de 2Al pentru CORINDON

12. Din Mg se extrage Fe^{2+} rezidual, iar restul se împarte între DIOPSID, HIPERSTEN, OLIVINE combinând Mg, Fe^{2+}, Mn^{2+}, obţinem Mg'

13. 1Ca : 1Mg' pentru DIOPSID

14. Ca rezidual pentru WOLLASTONIT

15.Mg' residual pentru HIPERSTEN şi OLIVINE.

Pentru silicaţi se utilizează formulele:

1. ANORTIT $CaAl_2Si_2O_8$
2. DIOPSID $CaMg'Si_2O_6$
3. ACMIT $NaFe^{3+}Si_2O_6$
4. OLIVINE Mg'_2SiO_4
5. WOLLASTONIT $CaSiO_3$
6. NEFELIN $NaAlSiO_4$
7. ORTOCLAZ $KAlSi_3O_8$

8.Dacă Si utilizabil nu este suficient pentru ORTOCLAZ,repartiţia a "x" unităţi de ORTOCLAZ şi "y" de LEUCIT,va fi egală cu:

$x + y$ = K utilizabil

$3x+2y$ = Si utilizabil

Tabelul XXXIX

Calculul mezonormei

	Si	Ti	Al	Fe^{3+}	FeMn	Mg	Ca	Na	K	P	Mezo
	44,81	2,85	16,08	5,62	4,81	12,24	6,59	4,14	2,43	0,42	1,12
Ap 5Ca.3P							0,70			0,42	1,12
Tit CaTiSi	2,85	2,85					2,85				8,55
Mt $Fe^{2+}2Fe^{3+}$				5,62	2,81						8,43
Ab NaAlSi	12,42		4,14					4,14			20,70
Or KALSi	7,89		2,43						2,43		12,15
	22,25	2,85	9,51		2,00	12,24	3,04				

Ca' = 3,04 ; Al' = 9,51 ; Mg'=2RFeMn+12,24Mg=14,24

Al' 2 Ca' Se calculează BIOTIT şi ANORTIT

An Ca2Al2Si	6,08		6,08				3,04				An15,20
Cor 2Al			3,43R								Cor 3,43
Bi 5Or.3Mg'					7,29	→	(+12,15Or)				Bi 19,44
Hy Mg'Si	6,95				6,95						Hy 13,90
Qz Si	9,22R										Qz 9,22
										Suma	112,14
										ORTOCLAZ	-12,15
										TOTAL	99,99

9.Si rezidual ca la punctul 8 se transformă în NEFELIN sau ALBIT în proporţiile "u" şi "v"

$u + v$ = Na

$3u + v$ = Si utilizabil

10.Si rămas de la punctul 9,se transformă parţial în OLIVIN sau HIPERSTEN în proporţiile " p " şi " q ";

p + q = Mg'
p + q/2 = Si rămas din calcule

11.Si rămas după calculul mezonormei se transformă în Qz.

V.10 Facieşuri metamorfice.Diagramele ACF,A'KF şi AFM.

Totalitatea rocilor metamorfice care s-au format şi au atins echilibrul chimic în aceleaşi condiţii termodinamice şi în lipsa sau prezenţa soluţiilor-reprezintă un FACIES METAMORFIC. Rocile din acelaşi facies se numesc"izograde","izofizice","izofaciale".Rocile izograde se deosebesc între ele prin compoziţia mineralogică,determinată de chimismul total(componenţi petrogeni majori şi minori) a sistemelor petrografice iniţiale.

Compoziţia mineralogică a unei roci metamorfice este funcţie de chimismul total şi de gradul metamorfismului constituind PARAGENEZA.Asociaţia mineralogică a unei parageneze este stabilă într-un interval termobaric,care,în diagramele de echilibru T-P, ocupă un câmp bivariant,numărul mineralelor dintr-o paragenează (f) este cel mult egal cu numărul componenţilor chimici ai rocii, conform regulii fazelor mineralogice: $f \leq c$.

In aceleaşi condiţii termobarice,modificarea proporţiei dintre componenţi(presupunând că rămân aceiaşi numeric şi cantitativ) atrage mai întâi,o modificare a proporţiilor dintre mineralele paragenezei şi ulterior modificarea calităţii acesteia.Din aceste motive în condiţii fizice identice,pot exista mai multe parageneze în funcţie de chimismul rocilor iniţiale.

Reprezentarea grafică a relaţiei dintre proporţia componenţilor şi calitatea paragenezei,la un anumit grad de metamorfism este dată de o anumită DIAGRAMA PARAGENETICA.In funcţie de numărul componenţilor luaţi în discuţie,diagramele paragenetice pot fi binare,ternare,cuaternare etc.Deoarece la sistemele cu $c > 3$ reprezentările grafice sunt extrem de dificile,singurele diagrame cu utilizare frecventă vor fi diagramele ternare sau triunghiuri paragenetice.Se aleg trei componenţi fundamentali şi se proiectează PROPORTIILE MOLECULARE ale acestora într-un triunghi echilateral, după principiul proiecţiei baricentrice.Pe triunghi se precizează compoziţiile tuturor mineralelor posibile la gradul de metamorfism dat.Mineralele având compoziţie simplă(stoechiometrică) sunt redate prin puncte,iar cele mixte,prin LINII sau SUPRAFETE.Acest tri-

unghi se împarte în subtriunghiuri,cu ajutorul unor drepte,numite CONODE.Terminaţia unei conode corespunde chimismului unui mineral posibil în sistemul ternar considerat(fig.30 şi 31)

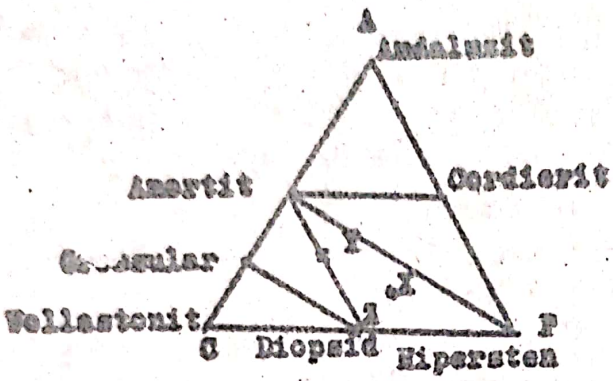


Fig.30 Diagrama ACP
Conode:Anortit-Cordierit;
Anortit-Hipersten;Anortit-
Diopsid;Grossular-Diopsid

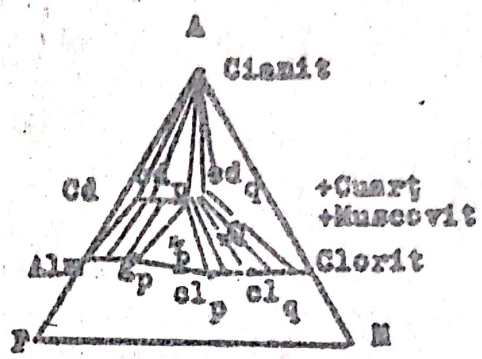


Fig.31 Diagrama AFM
Cloritoid-Clorit-Almandin-Q
cd_q şi ct_q-cloritoid şi clorit
în asociaţia Cd-Ct-Mv-Q

Din analiza diagramei ACP(fig.30) se constată că asociaţia mineralogică a rocii X va conţine patru minerale:anortit,hipersten,diopsid şi cuarţ(prezenţa cuarţului în rocă este legată de excesul de silice).Asociaţia mineralogică a rocii Y este alcătuită din trei minerale:anortit,diopsid şi cuarţ,iar roca Z din două diopsid şi cuarţ.

Dacă în minerale decurg substituţii cationice,diagramele devin mult mai complexe(fig.31).In legătură cu substituţia $Fe^{2+} \rightarrow Mg$ compoziţia mineralelor se menţionează în diagrama AFM prin LINII şi nu prin puncte.In diagrama AFM,cloritoidul,granatul şi cloritul prezintă un izomorfism limitat $Fe \rightarrow Mg$.Roca P se caracterizează prin asociaţia cloritoid+clorit+granat+muscovit+cuarţ.Compoziţiile mineralelor rocii P vor fi cd_p,G_p şi ct_p.In roca Q asociaţia mineralogică este alcătuită din cloritoid+clorit+muscovit+cuarţ.Mineralele acestei asociaţii vor avea compoziţia cd_q şi ct_q.Pentru rocile P şi Q punctele compoziţiilor mineralelor coexistente se unesc prin conode.Punctul Q se dispune în acea zonă a diagramei definită numai de două minerale.Dreapta cd_q şi ct_q este una din multitudinea de conode,poziţia căreia este legată de relaţia $Fe^{2+} \rightarrow Mg$ din rocă. In diagrama AFM(fig.31) sunt prezentate numai o parte din conode, care străbat câmpul celor două minerale clorit şi cloritoid.

Cei trei componenţi principali plasaţi în colţurile unui triunghi paragenetic diferă de la caz la caz,mai frecvent utilizate sunt :

a) A,C,F- folosiţi pentru rocile silicatice,bazice;

b) A',K,F-utilizaţi în special în rocile relativ îmbogăţite în Al_2O_3 şi K_2O,numite şi ROCI PELITICE;

c) A,F,M-fiind preferaţi în cazul rocilor"politice";

d) A.C,(FM)-Semenenko(1963) permite separarea grupelor şi subgrupelor izochimice ale rocilor metamorfice:I-alumosilicaţi. II-alumosilicaţi magnezieni,III-alumosilicaţi alcalino teroşi (ortoroci).IV-alumosilicaţi calcici,V-silicaţi alumomagnezieni, VI-silicaţi,VII-ortoroci magneziene bazice,VIII-ortoroci ultrabazice magneziene,IX-bazice alcalimoteroase aluminoase(ortoroci) X-calce carbonatice şi XI-alumocalcice,seria calcică.Parametrul (FM) se calculează prin adunarea proporţiilor moleculare ale oxizilor de $MgO+2Fe_2O_3+FeO+MnO$-recalculate la 100.Permite separarea ortorocilor de pararoci -ortognaise(III),ortoamfibolite(VII şi VIII).

c) CaO,MgO,SiO_2-utilizaţi exclusiv pentru reprezentarea paragenezelor izograde ce se formează pe roci carbonatice pure sau cu diverse "accidente silicioase".

Cunoscând triunghiul paragenetic pentru un grad de metamorfism dat şi chimismul rocii,putem deduce paragenesa corespunzătoare acelui chimism şi chiar estimări cantitative asupra mineralelor din paragenează.După proiectarea chimismului în triunghiul paragenetic se obţine un punct.Se disting trei situaţii:

1.<u>Punctul se dispune la capătul unei CONODE</u>,corespunzător chimismului unui mineral.Deducem că <u>roca metamorfică este monominerală</u> şi conţine <u>mineralul indicat</u> în diagramă;

2.<u>Punctul se proiectează pe conodă</u>.Deducem că roca prezintă două dintre mineralele indicate în triunghiuri,respectiv cele de la capetele conodei(Proporţia celor două minerale este previzibilă,punctul figurativ împarte conoda în două segmente-raportul dintre cantităţile relative a celor două minerale,de la capetele conodei).

3.<u>Punctul se proiectează în aria unui SUBTRIUNGHI</u>.Deducem că roca are trei din mineralele triunghiului paragenetic,respectiv cele indicate de vârfurile subtriunghiului.In acest caz proporţia celor trei minerale este previzibilă.

ATENTIE Dacă se operează cu diagrame ACF şi A'KF,în afara mineralelor deduse,se mai adaugă cuarţul; iar dacă folosim AFM, pe lângă mineralele identificate se mai adaugă cuarţul şi muscovitul sau feldspatul potasic- minerale considerate omniprezente.

Pentru o mai bună precizare a conţinutului mineralogic al unei parageneze,se utilizează diagrame ternare cuplate(fig,32)

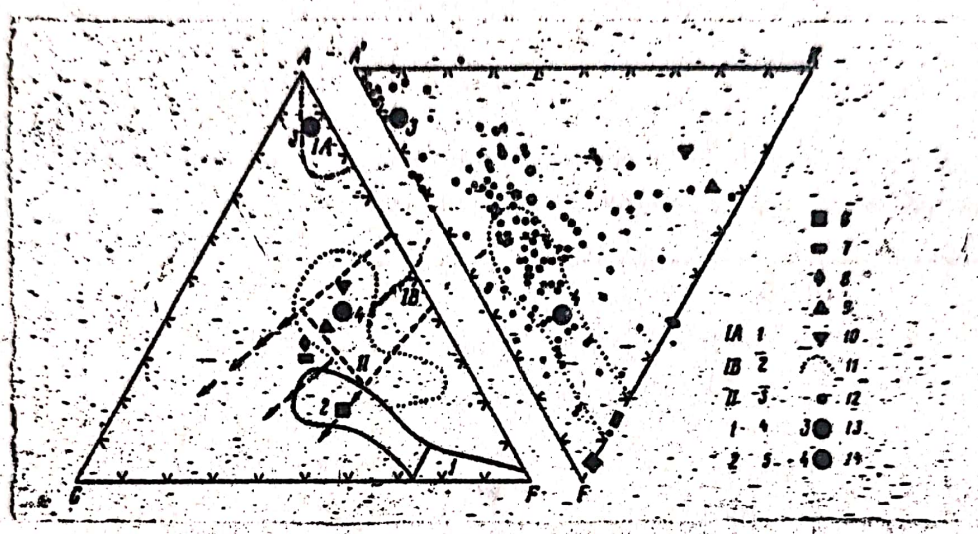


Fig.32 Poziţia compoziţiilor rocilor magmatice şi sedimentare în diagramele ACF şi A'KF(Nockolds,1964)

1-argile aluminoase;2-argile şi argilite cu maximum 35% carbonaţi;3-graywacke;4-roci ultrabazice;5-bazalte şi andezite; 6-roci bazaltoidice;7-tonalite;8-granodiorite;9-granite CA; 10-granite alcaline,Nockolds;11-câmpul graywackelor;12-argile; 13-argile continentale din zona tropicală;14-argile marine

In acest caz,acelaşi chimism se proiectează în ambele diagrame ACF şi A'KF şi se însumează paragenezele obţinute la care se adaugă cuarţul.

V.10.1.Diagrame ACF.

Diagramele ACF se utilizează la reprezentarea paragenezelor din rocile magmatice bazice,precum şi celor provenite din roci carbonatice cu diverse impurităţi de silice şi minerale argiloase. Se iau în considerare cinci componenţi principali:SiO_2,Al_2O_3,FeO, MgO şi CaO.Se admite că MgO şi FeO se substituie în proporţii nelimitate în toate mineralele feromagneziene ale paragenezelor.Se presupune că SiO_2 este în EXCES şi că orice paragenză conţine cuarţ,astfel încât pe diagramă se proiectează numai trei componenţi Al_2O_3,CaO,(MgO+FeO) notaţi cu simbolurile:A,C şi F.Nu se iau în

consideraţie moleculele de FeO care intră în compoziţiile ILMENITULUI şi MAGNETITULUI şi nici CaO ce participă în structura APATITULUI şi CALCITULUI. Winkler(1967) presupune că Na_2O şi K_2O se află exclusiv în plagioclaz, iar Al_2O_3 combinat cu alcaliile în feldspatul plagioclaz, nu se ia în consideraţie. Deci:

$$A = [Al_2O_3] + [Fe_2O_3] - [Na_2O + K_2O],$$

$$C = [CaO] - 3{,}3\,P_2O_5,$$

$$F = [MgO] + [MnO] + [FeO].$$

ATENTIE! Aici, oxizii se trec în paranteze drepte, pentru a accentua că se exprimă nu în procente de masă, ci în molecule gram.

Minerale a căror compoziţie poate fi reprezentată pe diagramele ACF

Talc	$Mg_3(OH)_2/Si_4O_{10}$; F = 100
Antofilit Cummingtonit	$(Mg,Fe)_7(OH)_2/Si_8O_{22}$ F = 100
Gedrit	Aproximativ 1/7 Mg şi Fe înlocuiţi cu Al şi Fe^{3+}
Hipersten	$(Mg,Fe)_2Si_2O_6$; F = 100
Tremolit	$Ca_2(Mg,Fe)_5(OH)_2/Si_8O_{22}$; F = 71,5 ; C = 28,5.
Actinolit	Comparativ cu tremolitul conţine mai mult Al comparativ cu Mg şi Si
Dolomit	$CaMg(CO_3)_2$; C = 50 ; F = 50
Calcit	$CaCO_3$; C = 100
Wollastonit	$CaSiO_3$; C = 100
Grossular	$Ca_3Al_2(SiO_4)_3$; C = 75 ; A = 25
Andradit	$Ca_3Fe_2(SiO_4)_3$ $A = (Al,Fe)_2O_3$
Vezuvian	$10CaO.2MgO.2Al_2O_3.9SiO_2.2H_2O$; C = 72; A = 14; F = 14
Epidot	$4CaO.3(Al,Fe^{3+})_2O_3.6SiO_2.H_2O$; C = 57 ; A = 43.
Zoizit	Conţine extrem de puţin Fe^{3+}
Anortit	$CaAl_2Si_2O_8$; C = 50 ; A = 50
Pirofilit	$Al_2(OH)_2/Si_4O_{10}$; A = 100
Sillimanit, Cianit, Andaluzit	Al_2SiO_5 ; A = 100
Staurolit	$4FeO.9Al_2O_3.8SiO_2.2H_2O$; A = 69 ; F = 31
Cloritoid	$FeO.Al_2O_3.SiO_2.H_2O$; F = 50 ; A = 50
Cordierit	$(Mg,Fe)_2Al_3(AlSi_5O_{18}) = 2(Mg,Fe)O.2Al_2O_3.5SiO_2$ F=50; A=50
Spessartin	$Mn_3Al_2(SiO_4)_3$; F = 75 ; A = 25
Almandin	$(Fe,Mg)_3Al_2(SiO_4)_3$; F = 75 ; A = 25
Clorite	compoziţie variabilă F = 90-65 ; A = 10-35.

Ulterior Winkler introduce următoarele formule pentru calcularea parametrilor A, C şi F.

$A = [Al_2O_3] - [Na_2O] - [K_2O]$

$C = [CaO] - 10/3\ P_2O_5 - [CO_2]$

$F = [MgO] + [FeO] + [Fe_2O_3] - [TiO_2]$ A+C+F se recalculează la 100.

Modul de calcul se prezintă în tabelul XL

Tabelul XL

Oxidul	%	gr.moleculară oxid	molecule gram la 100g
SiO_2	48,62	60,07	0,8094
TiO_2	1,84	79,89	0,0230
Al_2O_3	9,71	101,82	0,0954
Fe_2O_3	5,40	159,68	0,0338
FeO	4,45	71,84	0,0619
MnO	0,16	70,93	0,0023
MgO	7,69	40,31	0,1908
CaO	9,89	56,07	0,1764
Na_2O	3,94	61,97	0,0636
K_2O	0,31	91,2o	0,0033
H_2O	6,80	18,01	0,3776
P_2O_5	0,18	141,92	0,0013
CO_2	0,86	44,00	0,0195
Total	99,85		

$A = [Al_2O_3] - [Na_2O] - [K_2O] = 0,0954 - 0,0636 - 0,0033 = 0,0285$

$C = [CaO] - 10/3\,[P_2O_5] - [CO_2] = 0,1764 - 0,0065 - 0,0195 = 0,1504$

$F = [MgO] + [FeO] + [Fe_2O_3] - [TiO_2] = 0,1908 + 0,0619 - 0,0338 - 0,0230 = 0,1959$

$A+C+F = 0,0285 + 0,1504 + 0,1959 = 0,3770$

Se recalculează valorile parametrilor la 100

A = 0,0285.100/0,3770 = 2,85 / 0,3770 =	7,559	A = 7,641
C = 0,1504.100/0,3770 = 15,04/0,3770 =	39,893	C = 40,112
F = 0,1959.100/0,3770 = 19,59/0,3770 =	51,962	F = 52,247
	99,414	100,00

1. Se împart procentele de masă ale oxizilor la greutăţile moleculare ale acestora şi se obţin moleculele gram din 100g rocă;

2. Se calculează parametrii A, C şi F ;

3. Valorile obţinute se proiectează în diagrama ACF, construită pe hârtie milimetrică, cu laturile de 10 cm (1 cm = 10%).

V.10.2. Diagrame A'KF.

Pe aceste diagrame este interzisă reprezentarea mineralelor conţinând calciu; în locul acestora se utilizează mineralele de potasiu(feldspaţi potasici,muscovit,biotit,stilpnomelan) ce se compară cu mineralele având (Mg,Fe) şi (Mg,Fe)+(Al,Fe^{3+}).Ca şi în cazul precedent se utilizează proporţiile moleculare şi moleculele gram la 100 grame de rocă.

Se calculează următorii parametrii:

$$A' = [Al_2O_3] + [Fe_2O_3] - [Na_2O + K_2O + CaO]^{*}$$

* CaO legat în carbonaţi şi wollastonit,nu trebuie extras din suma (Al_2O_3+Fe_2O_3).Corecţiile se realizează numai în cazul prezenţei silicaţilor de CaAl sau $CaFe^{3+}$.

$$K = [K_2O]$$

$$F = [FeO] + [MgO] + [MnO]$$

$$A' + K + F = 100$$

In cazul prezenţei grossularului,andraditului,zoizitului, epidotului,anortitului şi margaritului parametrul A' se determină astfel:

$A' = [Al_2O_3] + [Fe_2O_3] - [Na_2O] + [K_2O] - 1/3[CaO]$ în prezenţa grossularului,andraditului)- $3/4[CaO]$ în prezenţa zoizitului şi epidotului)-$1[CaO]$ în prezenţa anortitului)-$2[CaO]$ în prezenţa margaritului)

Dacă predomină mineralele conţinând sodiu se pot construi noi diagrame,cum ar fi A'FNa. $A' = [Al_2O_3] + [Fe_2O_3] - [Na_2O_3 + K_2O + CaO]$;Na =$[Na_2O]$ iar $F = [FeO] + [MgO] + [MnO]$ A'+Na+F = 100.(fig.33)

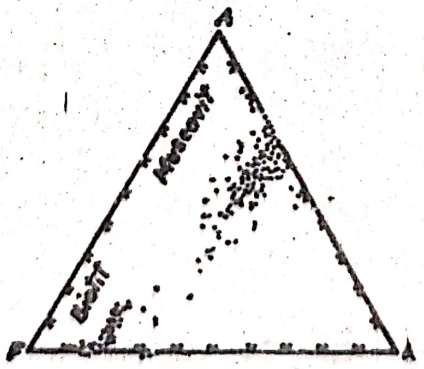


Fig.33.Poziţia compoziţiilor muscoviteler şi biotitelor pe diagrama A'KF(Winkler,1967).

Compoziţiile mineralelor ce conţin numai componenţii C şi F sau C şi A nu pot fi reprezentate pe diagrama A'FK.Rocile cu componenţii A şi F se dispun în aceleaşi zone,ca şi în ACF.

In diagrama A'KF-muscovitul,biotitul,stilpnomelanul şi feldspatul potasic se asociază cu mineralele A(pirofilit,andalusit) şi AF(clorit,cloritoid,cordierit,staurolit,almandin,antofilit şi talc).Muscovitul ideal are raportul K:A' = 1:2 (A' =76;K-33%). Muscovitele naturale prezintă o compoziţie variabilă,legată de substituţia Al cu Mg şi Fe''(fig.33).Biotitele de compoziţie variabilă vor forma pe diagramă un câmp paralel cu latura A'F,marcat de următoarele puncte 14%K şi 86%F; 14%K,15%A' şi 71%F.

Modul de calcul al parametrilor A',K şi F este prezentat în tabelul XLI

Tabelul XLI

Oxidul	%	gr.moleculară a oxizilor	Molecule gram la 100g.rocă
SiO_2	53,00	60,07	0,8230
TiO_2	0,9	79,89	0,0113
Al_2O_3	22,1	101,82	0,2170
Fe_2O_3	2,1	159,68	0,0132
FeO	1,8	71,84	0,0251
MnO	0,01	70,93	0,0001
MgO	1,7	40,31	0,0422
CaO	0,05	56,07	0,0089
Na_2O	0,6	61,97	0,0097
K_2O	6,3	91,20	0,0669
H_2O	5,1	18,01	0,2832
P_2O_5	0,3	141,92	0,0021
CO_2	5,3	44,00	0,4413
Total	99,26	-	-

$A' = [Al_2O_3] + [Fe_2O_3] - [CaO] - [Na_2O] - [K_2O] = 0,2170+0,0132-$
$- 0,0089 -0,0097 - 0,0669 = 0,1447$

$K = [K_2O] = 0,0669$

$F = [FeO] + [MgO] + [MnO] = 0,0251+0,0422+0,0001 = 0,0674$

$A'+K+F = 0,1447+0,0669+0,0674 = 0,2790$

Se recalculează valorile A',K şi F la 100.

$A' = 0,1447.100/0,2790 = 14,47/0,2790 = 51,863$

$K = 0,0669.100/0,2790 = 6,69/0,2790 = 23,978$

$F = 0,0674.100/0,2790 = 6,74/0,2790 = \underline{23,980}$

$100,000$

1.Calculăm moleculele gram din fiecare oxid;

2.Se determină parametrii A' , K şi F.

3.Se calculează procentele parametriilor A',K și F.

4.Reprezentăm pe diagrama A'KF-compoziția rocii.

ATENȚIE! Parametrul F se calculează diferit pentru cele două diagrame, în ACF(F=MgO+FeO-Fe_2O_3-TiO_2),A'KF(F=FeO+MgO+MnO).

V.10.3. Diagrame AFM.

Diagramele A F M se utilizează pentru reprezentarea paragenezelor din rocile politice sărace în CaO și relativ bogate în Al_2O_3.Au fost propuse de Thompson(1957) care ia în considerație numai cinci componenți principali:SiO_2,Al_2O_3,FeO,MgO și K_2O în care include și componentele minore:Fe_2O_3,TiO_2 și P_2O_5.(Na_2O). Presupunându-se că aceste roci conțin intotdeauna cuarț și muscovit,se face abstracție de SiO_2 și K_2O,considerați a fi în exces.Pe lângă acestea mai apare în mod constant FELDSPATUL POTASIC. Asociația acestor minerale este tipică rocilor magmatice mai mult decât PELITELOR.Proiecția principaleler minerale pe diagrama AFM este dată în fig. 34.

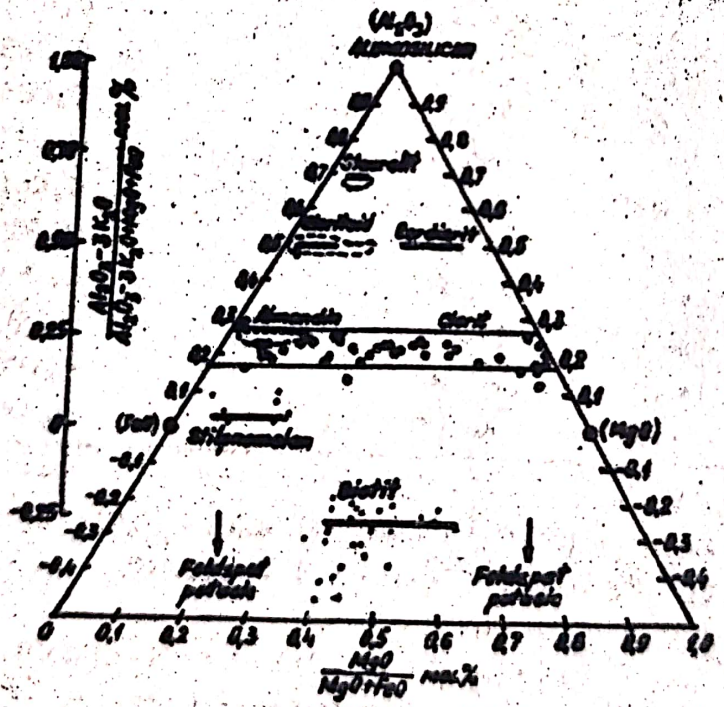


Fig.34.Mineralele în planul proiecției AFM(Hoschek,1967)

Cei trei parametrii se calculează în cantități moleculare astfel:

$$A = [Al_2O_3] - 3[K_2O]$$

Aici,prin $3[K_2O]$ se prezintă cantitatea de Al_2O_3 legată cu K_2O în MUSCOVIT.Dacă în rocă mineralul potasic este exclusiv feldspatul potasic,ca în faciesul granulitic $A = [Al_2O_3] - [K_2O]$

$$F = [FeO] - [TiO_2] - [Fe_2O_3]$$

unde, TiO_2 și Fe_2O_3 sunt cantitățile de FeO care se leagă cu TiO_2 și Fe_2O_3 în ILMENIT $FeTiO_3$ și MAGNETIT. Înainte de a trece pe diagramă componentele principale, se efectuează corecții asupra prezenței în rocă a TiO_2, Fe_2O_3 și Na_2O -care în pelite este un compus subordonat. Se admite că TiO_2 intră în ilmenit" indicat în descrierea rocii ca mineral opac", iar Na_2O în albit $NaAlSi_3O_8$. Vom trece la un exemplu concret (tab.XLII)

Tabelul XLII

Valorile A,F,M pentru o rocă pelitică,Elveția

Oxidul	%	gr.moleculară a oxidului	Molecule gram la 100g
SiO_2	53,00	60,07	0,8823
TiO_2	0,9	79,89	0,0113
Al_2O_3	22,1	101,82	0,2170
Fe_2O_3	2,1	159,68	0,0132
FeO	1,8	71,84	0,0251
MnO	0,01	70,98	0,0001
MgO	1,7	40,31	0,0422
CaO	0,5	56,37	0,0089
Na_2O	0,6	61,97	0,0097
K_2O	6,3	94,20	0,0669
P_2O_5	0,3	141,92	0,0021
H_2O ±	5,1	18,01	0,2832
C	5,3	12,01	0,4413
Total	99,70		

$F = [FeO] - [TiO_2] - [Fe_2O_3] = 0,0251 - 0,0113 - 0,0132 = 0,006$;

$A = [Al_2O_3] - 3[K_2O] = 0,2170 - 3.0,0669 = 0,0163$;

$M = [MgO] = 0,0422$;

$A + F + M = 0,006 + 0,0163 + 0,0422 = 0,0591$

$F = C,006.100/0,0591 = 1,00\%$; $A = 0,0163.100/0,0591 = 27,60\%$;

$M = 0,0422.100/0,0591 = 71,40\%$

Sist cuarțitic grafitos, Elveția.

ATENȚIE! Aici, în calculul lui A s-a plecat de la ipoteza că roca metamorfică are în exces CUART și MUSCOVIT.

In unele cazuri la FeO se poate adăuga MnO, deoarece Fe" poate fi substituit cu Mn". Corecția nu se aplică în cazul prezenței granaților manganiferi -SPESSARTIN.

1.Se împart conţinuturile procentuale ale oxizilor la greutăţile moleculare ale acestora obţinându-se moleculele gram la 100 g de rocă.

2.Aducem corecţii la mărimea FeO ţinând cont de Fe^{3+},ce intră în compoziţia ilmenitului şi magnetitului.Formulele utilizate la ILMENIT $FeO.TiO_2$ şi MAGNETIT $FeO.Fe_2O_3$.

$$F = [FeO] - [TiO_2] - [Fe_2O_3]$$

3.Proiectăm din punctul muscovitului pur,pe baza tetraedrului AFMK,pornind de la considerentul că raportul K_2O / Al_2O_3 din muscovitul ideal este de 1 : 3 şi din această cauză din proporţia molecular㠠de Al_2O_3 se extrage cantitatea molecular㠠de K_2O

$$A = [Al_2O_3] - 3[K_2O]$$

4.$M = [MgO]$

5.Parametrii A,F şi M obţinuţi se recalculează la 100.

6.Rezultatele se proiectează pe un triunghi cu latura de 10 cm (1 cm = 10%),construit pe hârtie milimetrică.

Ştiind că $A = Al_2O_3 - 3\,K_2O$,ne putem aştepta ca A să prezinte <u>valori negative</u>,dacă $Al_2O_3 < 3\,K_2O$.Din aceste motive,în reprezentarea grafică se are în vedere şi această posibilitate, prelungindu-se laturile AM şi AF ale diagramei-care redau proporţiile lui A care sunt divizate în procente POZITIVE,iar prelungirile acestora,în procente NEGATIVE.(fig.35)

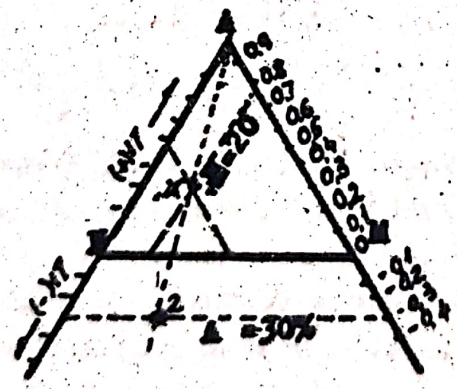


Fig.35.Proiecţia chimismului unei roci în diagrama AFM , când parametrul A este NEGATIV.

Multe roci "pelitice" au parametrul A pozitiv şi se vor proiecta în interiorul diagramei.Roca luată ca exemplu,având: F = 1%;A = 27,60% şi M = 71,40% se proiectează în interiorul triunghiului AFM foarte aproape de latura AM şi destul de aproape de colţul M.Celelalte roci,care au parametrul A negativ,se proiec-

teasă în afara triunghiului,dincolo de latura FM.Luând ca exemplu o rocă în care A =30% ,M = 20% şi F = 50%,pentru proiecţie procedăm astfel:

a)Trasăm în interiorul diagramei liniile care reprezintă M = 20% şi F = 50%(dreptele punctate din fig.35).Aceste drepte se intersectează în punctul X.

b)Trasăm paralel cu latura FM o linie în exteriorul triunghiului care să marcheze proporţia de (-) 30% a parametrului A.

c)Unim colţul A şi punctul X printr-o dreaptă şi prelungim dreapta până la intersecţia ei,cu linia exterioară a lui A = -30%. Acest punct(notat cu cifra 2 în fig.35) reprezintă punctul figurativ al rocii care are parametrul A negativ.

A SE RETINE :

a)Dacă roca este săracă în potasiu,A este pozitiv şi chimismul se reprezintă în interiorul triunghiului AFM ;

b) Dacă A este ZERO,roca se proiectează pe latura FM;

c) Dacă roca este relativ bogată în K_2O,atunci A este NEGATIV,iar chimismul se reprezintă în afara diagramei,în spaţiul dintre prelungirile laturilor AM şi AF.Cu cât roca este mai potasică,cu atât,punctul figurativ este mai depărtat de latura FM.

V.10.4.Diagrama Semenenko(1963) AC(FM)

Permite separarea grupelor şi subgrupelor izochimice de roci metamorfice,cu ajutorul parametrilor A,C şi(FM).Se aplică la deosebirea ortorocilor de pararoci(în special gnaise şi amfibolite).Este prezentată în fig.36

I.10.4.a Modul de calcul

1.Se împart conţinuturile procentuale a oxizilor la greutatea moleculară a acestora.Exemplu:Al_2O_3 14,23%/102 = 0,1395. Se obţin astfel proporţiile moleculare ale SiO_2,TiO_2,Al_2O_3,Fe_2O_3, FeO,MnO,MgO,CaO,Na_2O şi K_2O din care vom calcula parametrii.

2.Inmulţim valorile obţinute cu 100 (0,1395.100 = 13,95

3.Calculăm parametrii Semenenko astfel:

Stabilim suma proporţiilor moleculare de Al_2O_3,$2Fe_2O_3$,FeO,MnO,MgO şi CaO= 74,58 (tabelul XLIII)

A = Al_2O_3.100/Suma = 13,95.100/74,58 = 19 .

M = MgO.100/Suma = 26,15.100/74,58 = 35 .

C = CaO.100/Suma = 17,21.100/74,58 = 23 .

$F = (2Fe_2O_3+FeO+MnO).100/74,58 = 17,15/74,58 = 23$

$A + M + C + F = 19+35+23+23=100$ $A=19; C=23; (FM)=58$.

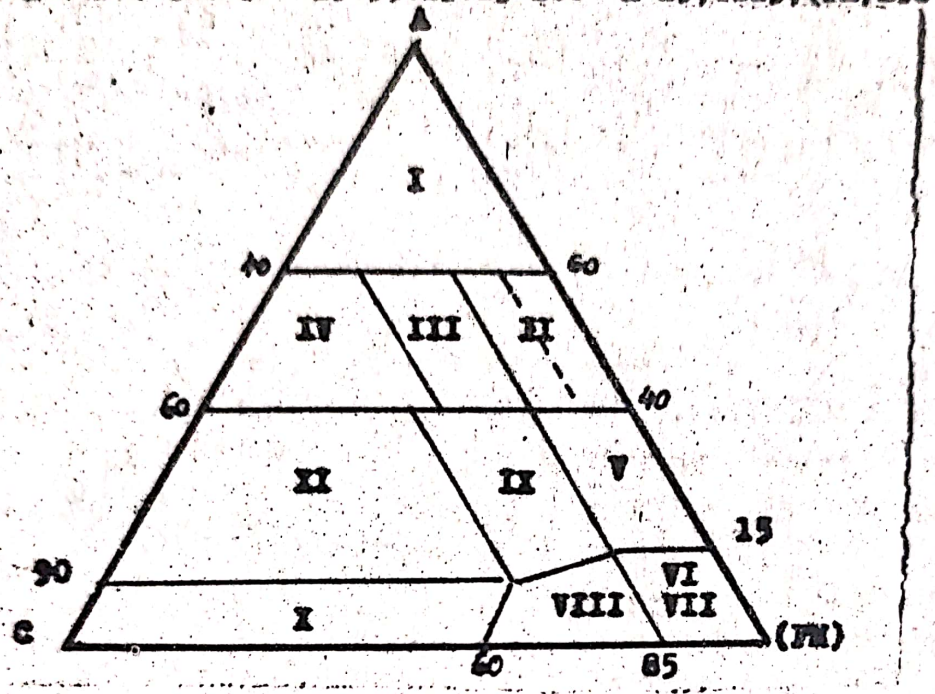


Fig.36. Diagrama grupelor şi subgrupelor izochimice ale rocilor metamorfice (Semenenko, 1963)
I-alumosilicaţi; II-alumosilicaţi magnezieni; III-alumosilicaţi alcaliteroşi (ortoroci); IV-alumosilicaţi calcici; V-silicaţi alumomagnezieni; VI-silicaţi; VII ortoroci magneziene ultrabazice; VIII-ortoroci ultrabazice hipoaluminoase; IX-roci alcalinoteroase aluminoase bazice (ortoroci); X-calcocarbonatică; XI-alumocalcică.

Tabelul XLIII

Parametrii A, C şi (FM) la un amfibolit (Semenenko, 1963)

Oxidul	%	Gr. moleculară a oxizilor	Proporţii moleculare x100	
SiO_2	48,19			
TiO_2	0,72			
Al_2O_3	14,23	102	13,95	A
Fe_2O_3	0,70	160	0,87	F_1
FeO	11,63	72	16,15	F_1
MnO	0,17	71	0,25	F_1
MgO	10,46	40	26,15	M
CaO	9,64	56	17,21	C
Na_2O	1,68	A = 19 ; M = 35 ;	Suma	74,58
K_2O	0,31	C = 23 ; F = 23		
	97,73			

Oxidarea fierului $O = Fe_2O_3/FeO$ (proporţii moleculare).

B I B L I O G R A F I E S E L E C T I V A

Apostolescu E.Rodica,(1960) Determinarea mineralelor cu microscopul polarizant.Ed.tehnică,Bucureşti.

Barth T.F.W,(1952) Theoretical petrology.John Wiley & Sons. New York.

Barth T.F.W.(1962) Theoretical petrology.2-nd Edition,John Wiley & Sons.New York.

Barth T.F.W.,Correns C.W.,Eskola P.(1960) Die Entstehung der Gesteine,Springer Verlag,Berlin.

Cetverikov S.D.(1956) Rukovodstvo k petrohimiceskim perescetam himiceskih analizov gornyh porod i opredeleniiy ih himiceskih tipov.Gosgheoltehizdat,Moskva.

Cox K.G.,Bell J.D.,Pankhurst R.J.(1979) The Interpretation of Igneous Rocks.George Allen & Unwin,London.

Cross W.,Iddings J.P.,Pirsson L.V.,Washington H.S.(1903)- Quantitative classification of igneous rocks.Chicago.

Erhan V.,Popa Gh.,(1981) Petrologia rocilor magmatice şi metamorfice,lucrări practice,Universitatea Iaşi.

Giuşcă D.(1974) Petrologia rocilor endogene.Ed.tehnică,Buc.

Juncu A.(1964) Determinarea microscopică a mineralelor. Ed.tehnică,Bucureşti.

Kerr P.P.(1977) Optical Mineralogy,Fourth Edition,McGraw-Hill.

Kissling Al.(1967) Studii mineralogice şi petrografice în zona de exoskarn de la Ocna de Fier(Banat).Ed.Academiei Române,Bucureşti.

Kuznețov E.A.(1956) Petrografia magmaticeskih i metamorficeskih porod.Iz-vo Moskovskogo Un-ta,Moskva.

Mareş I.,Mărunţiu M.,Alexe I.,Seclăman M.(1989) Petrologia rocilor magmatice şi metamorfice-Lucrări practice-Ediţia a doua,Universitatea Bucureşti.

Mason R.(1978) Petrology of the metamorphic rocks.George Allen & Unwin/Thomas Murby,Boston,Sydney.

Mastacan Gh.,Mastacan Iulia(1976) Mineralogie(vol.I şi II), Ed.tehnică,Bucureşti.

Mehnert K.R.(1968) Migmatites and the origin of granitic rocks. Elsevier Publishing Company,Amsterdam,London,New York.

Mihăilescu N.(coordonator),1975-Lexicon,Geologie,Geografie,Mineralogie,Petrologie.Ed.tehnică,Bucureşti.

Scanned with OKEN Scanner

Treiber I.(1967) Prelucrarea materialelor mineralogice şi petrografice.Ed.didactică şi pedagogică,Bucureşti.

Trögger W.E.(1969) Spezielle Petrographie der Eruptivgesteine Verlag der Deutschen Miner.Gesellschaft.Stuttgart.

Turner F.J.,Verhoogen J.(1960) Igneous and metamorphic petrology.McGraw-Hill Book Company,New York.

Turner F.J.,Verhoogen J.(1967) Petrologie magmatică şi metamorfică.Ed.tehnică,Bucureşti.

Winkler H.G.F.(1967) Die genese der metamorphen Gesteine, Springer Verlag,Berlin,Heidelberg,New York.

Zavariţki A.N.(1958) Rocile eruptive (vol.I şi II).Institutul de documentare tehnică.Bucureşti.

Zavariţki A.N.(1961) Vvedenie v petrohimiyu izverjenyh porod. Iz-vo AN SSSR,Moskva.

Zwart H.J.(1962) On the determination of polymorphic mineral associations and its application to the Bosost area (Central Pyrenees).Geol.Rundsch.,52.

Zwart H.J.(1969) Metamorphic facies and their bearing on the causes of orogeny in the European orogenic belts. Geol.Assoc.Can.Spec.Paper,5,7-16.

Zwart H.J.(1967) The duality of orogenic belts.Geol.en Mijnd, 46.

Zwart H.J.,Corvalan I.,James H.L.(1967) A scheme of metamorphic facies for the cartographic representation of regional metamorphic belts.IUGS,Geol.Newsletter 2.

Zeil W.,Pichler H.(1967) Die känozoische Rhyolith-Formation mittleren Abschnitt der Anden.Geol.Rundsch.,57, 48 - 81.

Zielinski R.A.(1975) Trace element evaluation of a suite of rocks from Réunion Island,Indian Ocean.Geochim. Cosmochim.Acta.39,713-734.

Wood B.J.,Fraser D.G.(1976) Elementary thermodynamics for geologists,Oxford University Press.London.

Wyllie P.J.(1971) The dynamic earth,John Wiley,New York.

Scanned with OKEN Scanner

G L O S A R

ACMIT. Formă de egirin cu terminaţie piramidal-ascuţită, colorat în brun în secţiuni subţiri, slab pleocroic.

ADAMELLIT. Monzonit cu peste 67% SiO_2. Rocă magmatică mineralogic constituită din plagioclaz, feldspat potasic, muscovit, biotit şi hornblendă. Este intermediar între granit şi diorit.

AFANITICA. Rocă (structură) a cărei componenţi au diametrul mai mic de 0,1 mm. încât nu pot fi distinşi cu ochiul liber. Este microcristalină atunci când componenţii minerali se pot observa la microscop şi criptocristalină când cristalele individuale nu se observă la microscopul polarizant.

AFIRICA. Structura unei roci în care se disting două generaţii ale aceluiaşi mineral, ambele având aceleaşi dimensiuni, fără a exista fenocristale.

AKERIT (OKERIT). Rocă subvulcanică de tip microsienit şi micromonzonit alcătuită predominant din ortoclas şi diopsid, având subordonat oligoclaz (albit), cuarţ, augit, hipersten, hornblendă. Structura hipidiomorfgranulară şi textura masivă.

ALCALINA. Magmă cu un conţinut mai ridicat de Na_2O+K_2O decât cel necesar pentru formarea feldspaţilor, având ca efect apariţia feldspatoizilor, piroxenilor şi amfibolilor alcalini, în rocile rezultate (alcaline). Acestea sunt nesaturate, aparţinând provinciei ATLANTICE (cu sodiu şi nefelin) şi MEDITERANEENE (cu potasiu şi leucit). Raportul între feldspaţii alcalini şi cei calcosodici este de 7 : 1 .

ALLIVAIT. Varietate de troctolit (gabbrou în care olivina este unicul mineral femic), în care feldspatul plagioclaz este reprezentat prin anortit.

ALNOIT. Lamprofir alcalin melilitic, cu structură porfirică, lipsit de feldspaţi, mineralogic constituit din: biotit (lepidomelan), melilit, augit titanifer şi olivină, care se prezintă atât ca fenocristale cât şi ca granule mărunte în masa fundamentală.

ALOTRIOMORFISM = XENOMORFISM . Proprietatea unor minerale constituente ale rocilor de a cristaliza în forme diferite de cea obişnuită. Se formează spre sfârşitul fazei de cristalizare, fiind limitate de suprafeţe neregulate.

AMIGDALA . Vacuolă sau cavitate de formă neregulată(frecvent sferoidală sau alungită),de dimensiuni milimetrice până la centimetrice.Rezultă prin degazeificarea magmei.Este frecvent umplută cu minerale secundare (calcit,calcedonie, cuarţ,zeoliţi) depuse de soluţii postmagmatice de temperatură scăzută.Amigdalele se întâlnesc frecvent în rocile vulcanice(bazalt,andezit) şi rar în cele plutonice.In cazul când sunt în cantitate mare,determină apariţia texturilor specifice-amigdaloide.

ANATEXIE. Proces de topire diferenţiată a diverselor roci din crusta terestră,în zonele sale profunde (sub 30 Km şi temperaturi de 800-900°C),rezultând magme anatectice(MIGME), din care prin consolidare rezultă noi corpuri magmatice (granitice) sau în cazul în care sunt injectate în rocile înconjurătoare formează roci mixte (anatexite-migmatite în care domină materialul granitic),iar gistozitatea iniţială a rocii este aproape ştearsă.

ANCHIMETAMORFISM. Metamorfism regional de intensitate scăzută.

ANCHIZONA. Zonă de metamorfism regional de intensitate scăzută reprezentând tranziţia între formaţiunile de epizonă şi cele diagenetice.

ANCLAVA (ENCLAVA). Fragment dintr-o rocă preexistentă (magmatică,sedimentară,metamorfică) inclus în magma topită şi rămas ca atare în roca rezultată prin consolidarea acesteia. Printre anclave deosebim:xenolite,formate din fragmente străine de roca gazdă şi autolite,constituite din fragmente provenite din rocile rezultate din aceeaşi magmă consolidată anterior.

ANHEDRAL=XENOMORF=ALOTRIOMORF. Minerale cu formă diferită de cea obişnuită,datorită faptului că se formează spre sfârşitul fazei de consolidare a magmei,ocupând spaţiile libere dintre mineralele deja existente(cristalizate) sau le mulează pe acestea,căpătând forma spaţiului ocupat (ex.cuarţul din granite mulează feldspatul) .

APO. Prefix utilizat pentru desemnarea rocilor care,suferind transformări metasomatice,au format o nouă rocă (serpentinit apodunitic,provenit din dunite).

AUREOLA DE CONTACT.Zonă din jurul corpurilor magmatice intrusive în care sub influenţa temperaturii magmei se produc modificări în natura petrografică a rocilor înconjurătoare (se manifestă fenomenul de metamorfism termic).

AUTOMETAMORFISM. Metamorfismul pe care-l suferă rocile magmatice sub acţiunea soluţiilor pneumatolitice sau hidrotermale separate din reziduurile magmatice respective.Au loc transformări ale mineralelor preexistente şi formarea de minerale noi (propilitizarea,sericitizarea,silicifierea etc).

BANAKIT . Rocă vulcanică cu fenocristale de andezin-labrador,în concreşteri cu sanidin,augit şi olivină ce apar într-o masă fundamentală alcătuită din sanidin,analcim,biotit,oxizi de fier şi apatit.

BANATIT. Denumire dată de Cotta în anul 1864,asociaţiei de roci magmatice intrusive,care apare în partea de vest a Banatului, constituită predominant din granodiorite,cărora li se asociază granite la partea superioară şi diorite în bază,existând între ele treceri gradate încât pe teren este foarte greu, uneori imposibil de a le delimita petrografic.Constituie provincia laramică din Banat.

BASTIT. Produs de alterare a bronzitului,format din indivizi lamelari sau mase granolamelare,de culoare măslinie,verde,brună sau galbenă.După Strübel şi Zimmer (1982) bastitul reprezintă pseudomorfoze de serpentină după bronzit.Prezintă pe planele principale de clivaj,luciu metalic.

BAZANIT. Tefrit cu olivină.Se deosebeşte de tefrit prin valoarea indicelui mafic (40%).

BESCHTAUIT (BESCHTAUNIT) . Keratofir cuarţifer.

BLASTEZA. Creşterea mineralelor în mediul solid în timpul procesului metamorfic.

CALCOALCALIN. Magmă nealcalină,generată în zonele de subducţie, caracterizată printr-o creştere redusă a valorii raportului FeO / MgO,o creştere moderată a K_2O odată cu creşterea conţinutului de SiO_2.Rocile rezultate posedă o cantitate redusă de elemente alcaline,astfel că moleculele de alumosilicaţi de K şi Na sunt în echilibru cu moleculele de alumosilicaţi de Ca.Nu conţin feldspatoizi şi nici piroxeni sau amfiboli alcalini.Raportul între feldspatul alcalin şi cel calcosodic ajunge până la 5 : 3 .

CARBONATIT.Rocă magmatică intrusivă şi efuzivă,constituită din carbonaţi,predominând calcitul şi dolomitul,la care se adaugă ankerit,siderit,rareori rodocrozit,precum şi cantităţi variabile în general reduse de apatit,barit,fluorit,oxizi de fier,sulfuri.Apare în asociaţie cu roci mafice alcaline fiind îmbogăţit în pământuri rare.

Scanned with OKEN Scanner

CATACLAZA. Fenomen de zdrobire şi deformare a mineralelor constitutive ale unor roci, sub acţiunea presiunilor şi deplasărilor produse de dislocări tectonice.

CHARNOCKIT. Rocă constituită mineralogic din cuarţ+ortoclaz+hipersten+plagioclas, cu structură granulară, considerată de unii cercetători drept " granit cu hipersten " deci magmatică; iar de alţii ca metamorfică aparţinând faciesului granulitic.

CHIASTOLIT. Varietate de andaluzit care conţine în interiorul cristalului incluziuni cărbunoase dispuse după anumite direcţii cristalografice, înglobate în timpul creşterii cristalelor formate în şisturile argilo-cărbunoase. În secţiune transversală se observă o cruce neagră, care în secţiune longitudinală prezintă o bandă paralelă cu alungirea cristalului.

CINERIT (TUF VULCANIC). Rocă sedimentară piroclastică, rezultată din depunerea materialului fin expulzat de erupţiile vulcanice (cenuşă, psamite, aleurite, psefite etc.) transportat de vânt şi depus în bazine de sedimentare.

CLEPSIDRA (CEAS DE NISIP). Instrument cu ajutorul căruia se măsoară timpul, după cantitatea de nisip sau apă cursă dintr-un vas special construit având o anumită capacitate.
În mineralogie structură caracteristică augitului titanifer asemănătoare, ca formă clepsidrei.

COMAGMATIC. Termen care indică proveniența unor diferite tipuri de roci din aceeaşi magmă parentală.

COMENDIT. Leucoriolit alcalin cu fenocristale de albit, cuarţ, sanidin, micropertit, egirin, arfvedsonit sau riebeckit, având masa fundamentală holocristalină (microgrăunţoasă, granofirică sau micropoikilitică).

CRIPTOCRISTALIN. Mineral de dimensiuni foarte reduse, care nu poate fi identificat la microscopul petrografic, însă se poate deduce printr-o vagă anizotropie.

CRISOLIT. Varietate de olivină conţinând 10-30% fayalit. Are culoare verde.

CRISOTIL (CRISOTIL AZBEST sau SERPENTIN AZBEST). Este serpentina fibroasă de culoare verde cu diverse nuanţe (verde oliv, verde închis).

CUMMINGTONIT. Grünerit fibros lamelar de culoare brună conţinând 50-70% $(Mg,Fe^{2+})_7Si_6O_{22}(OH)_2$ având valoarea raportului Mg : (Mg + Fe^{2+}) cuprinsă între 0,30 şi 0,69. În secţiuni subţiri

este incolor, brun gălbui, slab pleocroic.

CUPOLA. Formă de zăcământ a rocilor magmatice caracterizată printr-o parte superioară boltită și o parte inferioară mai mult sau mai puțin plană, sugerând o calotă sferică.

DANNEMORIT . Varietatea manganiferă de cummingtonit.

DIALLAG (sin: AUGIT LAMELAR sau PSEUDOHIPERSTEN). Piroxen monoclinic (augit sau diosid) cu separații clare după (110), marcate de magnetit sau ilmenit. Apare în rocile magmatice de tipul gabbroului și peridotitului. Compoziție variabilă între $Ca(Mg,Fe^{2+})Si_2O_6$ și $(Al,Fe^{2+},Ca)_2(Si,Al)_2O_6$ legată de conținutul în FeO (10-14%) și Al_2O_3 (1-4%).

DIATREMA. Deschidere prin care s-a desfășurat un fenomen vulcanic de tip central.

DIFERENTIERE MAGMATICA . Totalitatea proceselor prin care o magmă primară omogenă se scindează în fracțiuni cu compoziții diferite față de cea inițială, din a cărer consolidare rezultă roci cu compoziții chimice și mineralogice diferite.

Dintre procesele care contribuie la formarea unei suite de roci înrudite dintr-o magmă omogenă menționăm: licuația (dezamestec în stare lichidă), difuzia și convecția termică, cristalizarea fracționată (gravitația), transferul de fază și autointruziunea.

DITROIT. Rocă plutonică având textură oculară ce formează masivul alcalin de la Ditrău. Sienit nefelinic, mineralogic constituit din microclin-micropertit și ortoclaz, nefelin (aprox. 20%), cancrinit, sodalit, plagioclaz, hornblendă, biotit, barkevikit (ditroit barkevikitic), egirin, lepidomelan, iar dintre minerale accesorii zircon, titanit, ilmenit, magnetit, perowskit. După Brögger (1980), Ditroitul este un sienit nefelinic cu structură granulară sau trahitică (foyait).

DITRO-ESSEXIT. Rocă plutonică de la Ditrău cuprinzând diorite alcaline, gabbroide, cât și pegmatite dioritice sau gabbroice, compoziția chimică și mineralogică variabilă. Mineralogic este constituit din plagioclaz (10-60% An), microclin, biotit, amfibol, egirin-augit sau titan-augit, cât și nefelin, cancrinit și sodalit.

DRAVIT. (TURMALINA MAGNEZIANA). Turmalină de culoare brună, până la verde. Apare în rocile metamorfice și metasomatice din calcare și dolomite și în rocile magmatice bazice când se asociază cu DATOLIT și AXINIT.

Datolit $Ca(BOH)SiO_4$, monoclinic. Mineral caracteristic skarnelor. Apare şi în unele roci cum ar fi: porfiritele diabazice, gabbrouri, diorite şi andezite bazaltoide. Mineral caracteristic amigdaleloor unor roci vulcanice. A fost identificat şi în unele roci metamorfice.

Axinit. $Ca_2(Fe,Mg,Mn)Al_2B(OH)O(Si_2O_7)_2$, triclinic. Frecvent în rocile metamorfismului de contact, în şisturile verzi, diabaze, rareori în gnaise şi eclogite.

DORRIT. Rocă vulcanică corespunzând trahiandezitului alcalin. Este alcătuită din 50% fenocristale de andezin, sanidin şi augit, prinse într-o masă fundamentală constituită din oligoclaz, sanidin, oxizi de fier şi apatit.

DRUZA. Asociaţie de minerale cu forme proprii, crescute în mod liber pe pereţii geodelor sau ai cavităţilor din roci.

DURBACHIT. Sienit cu biotit şi hornblendă.

DYK (FILON DISCORDANT). Corp intrusiv, subvulcanic, de formă tabulară, discordant în raport cu formaţiunile înconjurătoare, de mărime diferită, putând fi vertical sau foarte înclinat.

EFUZIUNE. Emisiune neexplozivă de lavă sau material piroclastic printr-un aparat vulcanic.

EFUZIV. Produs magmatic format prin procesul de efuziune.

EJECTA. Termen folosit pentru a desemna produsele vulcanice solide eliberate în mod exploziv (bombe, cenuşă, lapilii etc.), cât şi a celor fluide rezultate prin procesul de degazeificare.

ENDOSKARN (AUTOSKARN). Skarn format în zona de endocontact a intruziunii în urma acţiunii autometasomatice a vaporilor, gazelor şi soluţiilor magmatice (scarnizarea corpului magmatic).

EPILEUCIT. Pseudomorfoză după leucit constând dintr-un amestec de ortoclaz şi muscovit.

EPIMAGMA. Magmă ce ocupă lacurile de lavă (Jaggar, 1921) sau magmă complet degazeificată care a devenit vâscoasă (PIROMAGMA) adusă la suprafaţa crustei de către gaze.

ERUPTIE VULCANICA. Acţiune prin care sunt aruncate la suprafaţa Terrei (subaerian, submarin sau subglaciar) cantităţi mari de materiale provenite din interiorul crustei terestre, în mod exploziv, efuziv sau protuziv, în stare solidă (piroclastite), lichidă (magmă) şi gazoasă.

EUHEDRAL-IDIOMORF. Minerale cu formă proprie, ideală, definite prin feţe cristalografice, aparţinând unui anumit sistem cristalin.

EXOSKARN (ALLOSKARN).Skarn format în urma transformărilor de exocontact a rocilor carbonatice (calcare şi dolomite) sub acţiunea intruziunilor magmatice.Skarn format în zona de exocontact a intruziunii,independent de compoziţia chimică şi mineralogică a rocilor înconjurătoare.

PANERITICA. Rocă (structură) a cărei componenţi au dimensiuni mai mari de 0,1 mm.,fiind vizibili cu ochiul liber.Această structură poate fi: microgranulară (0,1-1mm.); mediogranulară (1-5 mm.) şi macrogranulară (peste 5 mm.).

FELSIT. Rocă cu structură afirică (lipsesc fenocristalele). Este formată dintr-o masă fundamentală cuarţo-feldspatică micro sau criptocristalină.

FENIT. Rocă metasomatică leucocrată constituită din ortoclaz şi albit(până la 90%),egirin(până la 20%),egirin-augit,biotit, hornblendă,riebeckit,calcit,apatit,titanit,cuarţ (un sienit alcalin).

FENITIZARE. Transformare metamorfică a unor roci de diverse compoziţii şi geneze,la contactul cu formaţiuni sienitice alcaline (MIASKITE).Prin fenitizare se generează feldspat potasic şi albit în urma aportului de potasiu şi sodiu,creşte proporţia sodiului şi calciului din piroxeni,dispare cuarţul şi apare un feldspat potasic cu hematit fin dispersat (roşu) şi piroxen sodic în urma separării şi oxidării fierului.Roca rezultată se numeşte fenit.

FIBROLIT. Varietatea aciculară fibroasă de sillimanit.

FILON. Corp intruziv,subvulcanic de formă tabulară sau neregulată,rezultând din umplerea unei crăpături dintr-o rocă preexistentă cu magmă consolidată(filon eruptiv) sau cu minerale depuse din soluţii hidrotermale(filon metalifer).

FONOLIT. Rocă neovulcanică alcalină,afanitică,cu structură porfirică şi spărtură rugoasă având masa fundamentală trahitică, microgranulară,rareori sticloasă,constituită predominant din feldspaţi alcalini (sanidin sau un amestec izomorf dintre sanidin şi albit) şi feldspatoizi sau o sticlă aproximativ de aceeaşi compoziţie în care se individualizează separaţii porfirice de feldspat alcalin,feldspatoizi,piroxen alcalin, biotit,titanit,labrador etc.In cantitate redusă mai poate conţine:egirin,augit,arfvedsonit,riebeckit,biotit,diopsid, olivine,plagioclaz şi minerale accesorii.Prin lovire cu ciocanul produce un sunet caracteristic.

Scanned with OKEN Scanner

GEODA. Cavitate într-o rocă,de formă neregulată şi cu dimensiuni de la centimetri la zeci de metri,căptuşită cu minerale cristalizate sau concreţionate,depuse în strate succesive,începând de la pereţii cavităţii în spre centru.

GLENMUIRIT. Rocă subvulcanică,porfirică,menţionată în sillul de la Lugar (Scoţia) în asociaţie cu teschenit,theralit,picrit, lugarit,peridotit.Gabbro olivin analcimic,având structură subofitică-fenocristale de titanaugit prinse într-o masă fundamentală microgranulară (labrador,feldspat potasic,analcim,olivine,biotit,barkevikit).

GRANITIT. Granit cu biotit.

GRANITIZARE. Ansamblu de procese metasomatice sau anatectice,care pot conduce la formarea de roci granitice pe seama unor roci preexistente de compoziţie diferită.

GRANITOID. Termen utilizat pentru desemnarea rocilor plutonice cuarţo-feldspatice,bogate în silice (cuarţul reprezintă 30-60% din totalul mineralelor leucocrate).Se cunosc următoarele tipuri genetice de granitoide:anatectice,de diferenţiere,intrusive,magmatice,metamorfogene,metasomatice,palingene,regenerate,reomorfe,sintetice,mixte şi ultrametamorfice.

GRANULARA. Structură holocristalină caracterizată prin aceea că majoritatea mineralelor ce intră în componenţa unei roci au o dezvoltare egală (echidimensională).

GRANULIT. Termen ce desemnează rocile faciesului granulitic,medio până la microgranulare,constituite din plagioclaz şi cuarţ (există şi roci lipsite de cuarţ conţinând minerale feromagneziene anhidre,primare),cu textură gnaisică sau masivă şi structura granoblastică.In granulite apare cuarţul lenticular.Dispoziţiile IUGS se referă la încadrarea în categoria granuliteler a rocilor cu diametrul granulelor,mai mic de 3mm.Alte roci similare cu diametrul granulelor,mai mare de 3 mm. se definesc ca GRANOFELSITE.

GRORUDIT(sin: PORFIR CUARŢ AUGITIC;PORFIR TINGUAITIC CUARTIFER; TINGUAIT CUARTIFER). Rocă subvulcanică filoniană alcătuită din fenocristale de microclin-micropertit,egirin şi katoforit,prinse într-o masă fundamentală constituită din microclin,egirină,cuarţ,biotit,uneori albit,epidot şi zircon.

HALO,HALOURI. Cerc luminos care apare în anumite condiţii atmosferice în jurul Soarelui sau Lunii.Aureolă care încercuieşte, pe o placă sensibilă,imaginea fotografică a unui punct foar-

te luminos.

(In mineralogie). Zonă pleocroică care înconjoară un mineral aflat ca incluziune solidă într-un mineral gazdă (ex. zirconul aflat în biotit), observabilă în secțiuni subțiri.

HIALOSIDERIT. Varietate de olivină ce conține un procent mediu de fayalit (30-50%).

HIBINIT. Sienit nefelinic grosier granular (aproape pegmatoid). In afară de nefelin, egirin, arfvedsonit, feldspat alcalin, minerale accesorii, conține ca mineral caracteristic <u>eudialit</u> (ciclosilicat $Na_4(Ca,Ce,Fe^{2+})_2Si_6O_{17}(OH,Cl)_2$; extrem de solubil în acizi minerali).

HIPIDIOMORFA. Structură în care mineralele constituente sunt atât idiomorfe cât și xenomorfe.

HIPOABISAL. De mică adâncime.

HIPOABISICE=SUBVULCANICE. Corpuri magmatice consolidate în crustă la mică adâncime. Forma de zăcământ a acestor roci poate fi : lacolit, sill, dyk, stock. Pot avea sau nu legătură cu un aparat vulcanic.

HISTEROMAGMATIC. Zăcăminte de minerale utile metalifere (oxizi sau sulfuri) formate după cristalizarea majorității silicaților, sub acțiunea soluțiilor pnstmagmatice.

HOLOHIALINA (holo=integral). Rocă efusivă sticloasă.

IDIOMORFISM. Proprietatea unui mineral de a cristaliza în forma sa proprie (se prezintă sub formă de cristale definite prin fețe cristalografice).

IGNIMBRIT. Rocă extrusivă rezultată în urma emisiunilor unor magme acide " spumoase". Reprezintă depozite ale norilor incandescenți debordanți rezultați în urma erupțiilor liniare de magme cu caracter pronunțat acid (riolitice-dacitice).

INTRUZIUNE. Proces de pătrundere a magmei sau a soluțiilor hidrotermale în crăpăturile crustei unde se consolidează sub formă de corpuri magmatice de dimensiuni variabile sau filoane metalifere.

ITALIT. Rocă plutonică din categoria foidolitelor cu structură macrogranulară, alcătuită din: leucit 93%, augit 3%, melilit, nefelin, biotit, magnetit, apatit și melanit(var. andradit cu Ti).

KALIOFILIT. Nefelin potasic $K[AlSiO]_4$ (cristale aciculare în snopi).

KELIFITICA. Zonă opacă dezvoltată în jurul unor minerale (ex: granați, hornblendă, piroxeni) constituită din microlite disgranați, hornblendă, piroxeni) constituită din microlite dispuse radiar, datorită reacției acestor minerale cu alți com-

ponenți ai rocii,sau alterării în urma procesului de resorbție magmatică.

KERATOFIR. Trahit porfiric în care fenocristalele sunt predominant albitice.Roca este transformată autometamorfic sau prin alterare,fiind constituită din albit,clorit,epidot,calcit.

KERSANTIT. Lamprofir în care feldspatul plagioclaz de compoziție neutră sau acidă reprezintă aproximativ 50% din volumul total,fiind prezent atât în masa fundamentală cât și ca fenocristale.Dintre mineralele melanocrate predomină biotitul, frecvent cloritizat,la care se adaugă augit,calcit,cuarț, apatit,magnetit,ortoclaz,hornblendă,olivină.

KOSVIT. Piroxenit (diopsidit magnetitic) cu structură sideronitică (magnetit + spinel cromifer).

LAMPROBOLIT. Hornblendă bazaltică.

LAMPROIT. Rocă vulcanică îmbogățită în magneziu și potasiu,conținând biotit. Analogul extruziv al lamprofirelor.Tröger(1969) încadrează în această categorie fortunitul,madupitul,orendittul etc.

Fortunit.Trahit subalcalin cu aspect porfiric prezentând fenocristale de flogopit(15%),bronzit,olivine și diopsid(28%) vizibile în masa fundamentală microgranulară.Aceasta este constituită din sanidin(43%),sticlă de compoziție sanidinică sau cuarțiferă(10%) cu apatit și ilmenit.

Madupit.Rocă vulcanică din categoria foiditelor,textură poroasă,fluidală,structură vitofirică,fenocristale de diopsid (46%),flogopit(19%) și perowskit(8%),prinse într-o masă fundamentală alcătuită din leucit și nefelin.Minerale accesorii magnetit și rutil.

Orendit.Rocă vulcanică înrudită cu madupitul,cunoscută sub denumirea de lamproit leucitic, fonolit leucoleucitic sau fonolit.Textura porfirică,vesiculară,poate conține fenocristale de flogopit,sanidin(peste 10%) prinse în masa fundamentală poikilitică,alcătuită din leucit,sanidin și microlite de diopsid.Sporadic apar kataforitul,brookitul și apatitul.

LAMPROFIR. Rocă subvulcanică,afanitică,de culoare neagră-cenușie, compactă,frecvent alterată,cu structură porfirică,constituită în general din minerale feromagneziene.Are o compoziție variabilă,de la sienitică la gabbroică.Pe baza mineralului femic predominant au fost separate următoarele varietăți:

minette,vogesit,kersantit,spessartit,odinit,camptonit,monchiquit,almöit etc.Poate fi calcoalcalin,alcalin şi melilitic.Nu are corespondenţi efusivi şi intrusivi.Formează sisteme filoniene în şisturile cristaline sau sunt asociate masivelor granitice.

LAMPROSOMMAIT. Chemotip de magmă.

LAPILLI. Fragmente solide aruncate la suprafaţa Pământului în timpul unei erupţii vulcanice,reprezentând lavă,piatră ponce, material rupt din coşul vulcanic,acumulate pe panta conului vulcanic,având diametrul cuprins între 0,5 şi 2 cm.

LAVA. Magmă ajunsă la suprafaţa Pământului ca urmare a unei erupţii vulcanice.Este puternic degazeificată,omogenizată laminar,după consolidare generează roci vulcanice.Temperatura poate atinge 1400°C şi depinde de compoziţia chimică,conţinutul de gaze dizolvate şi vâscozitate.Ele se clasifică după compoziţia chimică în: acide,intermediare şi bazice-respectiv andezitică,bazaltică,riolitică,trahitică iar după componenţii mineralogici tipici:leucitică,melilitică,nefelinică etc.

LITOFIZE. Golurile din unele roci vulcanice,frecvent bazice (bazalte,diabaze,spilite etc).In prezent sub această denumire sunt încadrate şi sferulitele ce apar în rocile vulcanice sticloase şi semisticloase,bogate în silice.Constau din învelişuri sferice,concentrice,separate prin acumulări de minerale secundare:cristobalit sau zeoliţi.Apar în urma eliminării bulelor de gaz,la consolidarea magmelor vâscoase,acide.

LEUCOXEN. Agregat fin granular de minerale titanifere (ilmenit, titanit,perowskit),transformate marginal în rutil sau anatas.

LUJAURIT. Rocă plutonică din grupa sienitului foidic.Formează corpuri cu grosimi de până la 1 Km.Are structură macrogranulară şi textură orientată,până la gnaisică,aspect trahitic sau porfiric.Conţine fenocristale de microclin-pertit,oligoclaz corodat magmatic şi cristale aciculare de egirin şi eudialit.

MAGMA. Masă fluidă mobilă de temperatură ridicată,care apare în mod natural în crusta Pământului formată dintr-un amestec de faze:lichidă-esenţialmente silicatică cu faze solide în suspensie şi una gazoasă.In ultima se disting gaze atmosferice H_2O,O_2,N_2 şi gaze active B,CO,CO_2,CH_4,NH_3,H_2,HCl,HF,S, H_2S,SO_2,SO_3 etc.Din punct de vedere chimic magmele se împart în acide,intermediare,bazice şi ultrabazice.

După compoziţia chimică şi modul de evoluţie a acesteia se separă, ca principale categorii, magme alcaline şi nealcaline, acestea fiind subâmpărţite în calcoalcaline, tholeiitice şi shoshonitice. Se cunosc următoarele tipuri de magme: anatectice, bazaltice, secundare, hibride, acide, parentale, monotetice, bazice, reziduale, palingene, minereice, sulfidice, tholeiitice, emulsionate şi juvenile.

Magma bazaltică. Cea mai frecventă magmă din care rezultă prin diverse procese fizice şi chimice celelalte tipuri de magme. Se formează în urma topirii selective a pirolitului în partea superioară a mantalei. Se împarte în cinci grupe principale: 1) tholeiitică, suprasaturată în silice (prezintă cuarţ şi hipersten normativ); 2) tholeiitică saturată în silice (conţine hipersten normativ) 3) tholeiitică olivinică (cu olivin şi hipersten normativ); 4) bazaltică olivinică (conţine olivin normativ); 5) bazaltică alcalină (conţine nefelin şi olivin normativ)

MAGMA PARENTALA. Magmă primară, prototectică ce se formează în profunzimea crustei sau în partea superioară a mantalei, ce poate fi numai bazică. Din aceasta rezultă celelalte tipuri de magme.

MANGERIT. Monzonit hiperstenic. Subcomisia IUGS consideră mangeritul din punct de vedere mineralogic o rocă din grupa charnockitului. După caracterul mineralelor mafice avem mangerite amfibolice, biotitice, hiperstenice, plagioclazice etc.

MARIUPOLIT. Sienit nefelinic în care feldspatul alcalin este reprezentat prin albit care se prezintă sub formă de cristale prismatice alungite, idiomorfe (50-70%), însoţit de nefelin (15-30%), egirin acicular, lepidomelan, hornblendă alcalină, sodalit, cancrinit, zircon, magnetit, hematit, titanit, pirocior, fluorit etc. Structura micro până la macrogranulară. Aspect în benzi.

MELIMECIT. Rocă ultramafică vulcanică sau hipoabisică cu textură amigdaloidă, porfirică cu fenocristale de olivin incluse într-o sticlă neagră cu microlite de titanaugit şi magnetit. Amigdalele sunt umplute de serpentin şi carbonaţi. Poate prezenta legături cu kimberlitul. (Peridotit efusiv).

MELILITIT. Mafitit vulcanic corespunzător melilitului plutonic constituit din fenocristale de titanaugit şi melilit, magnetit şi epidot, vizibile şi în masa fundamentală alcătuită din

melilit şi olivină mai mult de 10%.

META. Prefix utilizat pentru a desemna roci,grup de roci sau formaţiuni slab metamorfozate,la care se pot identifica unele dintre caracterele rocilor iniţiale (magmatice sau sedimentare) care au suferit un metamorfism de intensitate scăzută(metabazalt,metaconglomerat,metatufuri,metasedimente etc).

MEZOSTAZA. Masă fundamentală având caracter sticlos,microcristalin sau mixt,care cimentează produsele consolidate ale rocilor vulcanice.

MICROCRISTALIN. a. Mineral de dimensiuni reduse care poate fi identificat numai cu ajutorul microscopului.

b.Structura rocilor caracterizată prin prezenţa unor minerale având dimensiuni microscopice.

MIGMATIT. Rocă mixtă,heterogenă,cu textură paralelă,cu caracter gnaisic, constând din două elemente litologice intim amestecate:unul este roca autohtonă(paleosomatică) transformată în diferite moduri de metamorfism şi metasomatism,celălalt este roca magmatică (neosomatică) intrusă în masa paleosomatică metamorfică,prezentându-se sub formă de filoane,intercalaţii sau cuiburi neregulate.Are structură granoblastică(gnaisică) sau lepidoblastică(anatexit) cu dispunere în benzi închise în care predomină mineralele mafice alternând cu benzi deschise cuarţo-feldspatice,frecvent cu incluziuni relicte (granat,cordierit,sillimanit).

MIGMA (MAGMA ANATECTICA).Topitură naturală rezultată prin topirea unor roci preexistente,în zonele profunde ale domeniului metamorfic.Conţinutul noţiunii trebuie precizat,prin raportarea la fenomenul anatectic.Aici nu se încadrează şi topiturile asociate subducţiei care,deşi generate pe seama unor roci preexistente,sunt considerate şi denumite magme.

MINALE. 1. Minerale normative calculate din compoziţia chimică a rocilor.

2.Termenii finali ai unor serii izomorfe de minerale,ce permit notarea tipului mineralogic(forsterit-fayalit pentru olivine).

MUGEARIT. Latit relativ sărac în feldspat alcalin,în care plagioclazul este un oligoclaz.

NEOVULCANICE. Roci vulcanice terţiare şi cuaternare.

NEVADIT. Riolit la care în masa fundamentală abundă separaţiile porfirice, reprezentate prin sanidin, cuarţ, oligoclaz, rareori hornblendă, biotit şi apatit.

OMFACIT. Piroxen sodic de culoare verde. Amestec izomorf între diopsid şi jadeit cu un conţinut ridicat de Al_2O_3 şi Na_2O, caracteristic rocilor metamorfice de grad înalt de metamorfism (eclogite).

OPDALIT. a. Diorit cu hipersten, granodiorit cu hipersten sau monzonit cuarţifer.

b. Rocă metamorfică din grupa charnockitului.

OFIOLIT. Denumire dată rocilor din complexul ofiolitic (bazalte, gabbrouri, peridotite, piroxenite, dunite ± serpentinizate, harzburgite, lherzolite, cu textură de pillow-lava şi cu intercalaţii de sedimente (argile, calcare şi alte roci magmatice felsitice sodice), format pe crustă oceanică în perioadele iniţiale de formare a orogenelor. Se separă două tipuri: ofiolite concordante şi ofiolite discordante, la care se constată urme de presare sau cataclazare ca urmare a mişcărilor tectonice.

OFHIT. Serpentin bogat în apă, de culoare verde deschis-verde brun, cu luciu de ceară. Se utilizează în prezent la caracterizarea rocilor grupelor diabasului şi doleritului.

ORTO. Prefix folosit pentru a indica originea magmatică a materialului din care a provenit o rocă metamorfică (ortognais, ortoamfibolit etc).

ORTOFIR. Porfir trahitic. Paleotrahit alterat cu separaţii porfirice de ortoclaz, lipsit de cuarţ.

PALEOVULCANICE. Roci vulcanice pre-terţiare.

PARA. Prefix utilizat pentru a indica originea sedimentară a materialului din care s-a format o rocă metamorfică (paragnais, paraamfibolit).

PILLOW-LAVA. Produs al unor erupţii submarine de lave, obişnuit bazice, alcătuite din corpuri ovoidale, prezentând la suprafaţă o formă caracteristică asemănătoare cu o serie de "perne" alăturate, având dimensiuni de până la un metru şi structură internă concentrică.

PLUTON. Corp magmatic rezultat din consolidarea magmei în interio-

rul crustei,la adâncimi mari,fie pe locul de formare a acesteia fie la o oarecare distanţă.Faţă de rocile în care este cantonat poate fi concordant având forme,dimensiuni şi denumiri diferite(sill,lacolit,facolit,lopolit) sau discordant (batolit,stock,dyke).

PLUTONITE. Roci magmatice intruzive rezultate din consolidarea magmei în interiorul crustei la adâncimi mai mari de 5 Km.

POIKILITICA. Structura unor roci magmatice (peridotite),în care mineralele mari sunt ciuruite de incluziuni solide mici de alte minerale orientate diferit.

PORFIR. Rocă magmatică filoniană nediferenţiată,preterţiară,constituită din fenocristale de feldspat potasic(ortoclaz),rareori plagioclaz,prinse într-o masă fundamentală microcristalină,uneori sticloasă de compoziţie variabilă,aproape identică cu a rocilor intruzive din care derivă(porfir granitic, porfir sienitic,porfir dioritic).

PORFIRICA. Structură caracterizată prin prezenţa unor cristale larg dezvoltate (fenocristale-incluziuni porfirice) într-o masă fundamentală formată din cristale mărunte(microlite) sau sticlă.

PORFIRIT. Rocă paleovulcanică(preterţiară) intens transformată, constituită din fenocristale de feldspat plagioclaz şi / sau minerale femice,prinse într-o masă fundamentală fin cristalizată,uneori sticloasă,de culoare cenuşie,brună,verzuie. Corespunde chimic şi mineralogic familiei diorit-andezit (diorit porfirit).

PROPILIT. Rocă vulcanică propilitizată,în care mineralele primare sunt transformate de soluţiile hidrotermale postvulcanice astfel : feldspaţii sunt zeolitizaţi,calcitizaţi şi sericitizaţi;mineralele femice sunt cloritizate,epidotizate şi uralitizate,iar masa fundamentală primară trece într-un agregat fin granular de:albit,cuarţ,clorit,epidot şi calcit,roca având caracteristică impregnaţia cu pirită şi culoarea verzuie.

PROPILITIZARE. Proces de transformare a unor roci vulcanice (dacit,andezit,bazalt etc),sub influenţa soluţiilor hidrotermale postvulcanice,încărcate cu mineralizatori.

PROTOGINA.Granitul cu textură şistoasă din Alpi,care a rezultat prin transformarea dinamică şi termică a granitelor;conţine muscovit,sericit,clorit,granat,epidot sau zoizit..

PROTOLIT. a) Strat de gabbrou formând o zonă de tranziţie între mantaua superioară şi crusta Pământului.

b) Rocă magmatică sau sedimentară transformată într-o rocă metamorfică.

PROTOMAGMATIC. Zăcământ format timpuriu prin cristalizarea mineralelor utile în prima fază(cromit,platină,diamant).

PROTOINTRUZIUNE. Formă de punere în loc a unei magme foarte vâscoase care ajunsă la suprafaţă formează un corp de mărime şi formă diferită care creşte în înălţime,purtând denumirea de cumulodom (dacă forma este semisferică) sau de dom,spin,ac (dacă forma este alungit-paralelipipedică).

PROVINCIE PETROGRAFICA. Suprafaţă de teren în care se întâlnesc o mare varietate de roci aparţinând unei asociaţii naturale, având caractere comune,rezultate prin procese de diferenţiere din aceeaşi magmă parentală.

PSEUDOLEUCIT.Pseudomorfoză după leucit constând dintr-un amestec de nefelin şi ortoclaz.

PULASKIT. Rocă plutonică şi subvulcanică-un sienit alcalin criptopertitic în care feldspatul plagioclaz apare numai în pertit.

ROCA. Asociaţie naturală de minerale (de acelaşi fel sau diferite),în parte şi de sticlă şi resturi de organisme care constituie partea periferică a Globului(crusta terestră)

RUGOS. Proprietatea unei suprafeţe de a fi aspră,de a prezenta mici neregularităţi.

SAGENIT. Varietate de rutil(TiO_2) sub formă de baghete alungite-aciculare fine,împletite într-o reţea hexagonală,formând incluziuni în feldspat,biotit,clorit şi cuarţ.

SAUSSURIT. Amestec natural de zoizit,epidot,albit,actinot,granat, format prin transformarea unor minerale din rocile magmatice bazice sub acţiunea fenomenului de autometamorfism sau de metamorfism dinamic.Are culoare verzuie.

SEGREGARE MAGMATICA. Separarea(concentrarea) unor minerale din magmă,în anumite etape ale diferenţierii fazei lichid-magmatice,sub acţiunea gravitaţiei,a curenţilor de convecţie, imiscibilităţii,acţiunii gazelor etc.,rezultând noduli,benzi sau şlire,pături etc.

SERICITIZARE. Proces de alterare a rocilor alumino-ase,care constă din transformarea feldspaţilor în sericit,sub influenţa soluţiilor hidrotermale.

SERPENTIN. Hidrosilicat de magneziu,cu impurităţi de fier şi nichel.Mineral secundar,format prin metamorfozarea hidrotermală a rocilor magmatice ultrabazice bogate în olivină,piroxeni,hornblendă etc.

SERPENTINIT. Rocă metamorfică masivă,colorată în diferite nuanţe de verde până la verde brun,constituită din minerale serpentinice (antigorit,crisotil,lizardit),formată prin procese de metasomatoză sau autometamorfism pe seama rocilor ultrabazice bogate în olivină (peridotite,dunite etc).

SERPENTINIZARE. Proces de transformare metamorfică hidrotermală a olivinei în serpentin,în varietăţile sale (antigorit,crisotil,lizardit) sau în talc,cu separarea excesului de fier ca magnetit sub acţiunea soluţiilor hidrotermale produse de intruziuni mai noi (frecvent granitoide).

SKARN. Rocă metamorfică de contact metasomatic,macrogranulară,cu textură masivă şi alcătuire mineralogică complexă.Se formează la contactul unor corpuri magmatice intrusive(granit,granodiorit) cu roci carbonatice diaclazate(calcare şi dolomite impure),sub acţiunea soluţiilor hidrotermale şi pneumatolitice(mineralizatori) bogate în silice,elemente alcalino-teroase,alumină,fier,mangan etc.

STRESS(PRESIUNE ORIENTATA). Presiunea laterală tangenţială determinată de forţele tectonice de cutare care acţionează în regiunile puţin adânci ale crustei (maximum câteva mii de metri) şi care este orientată în plan orizontal,perpendicular pe direcţia cutelor din zonele muntoase.Are ca efect cutarea , ruperea şi metamorfozarea rocilor din zonele geosinclinale.

STRUCTURA. Modul de agregare a mineralelor ce constituie rocile, provocat de condiţiile genetice.Se referă la gradul de cristalinitate,mărimea,forma şi relaţiile reciproce dintre părţile componente ale unei roci care pot fi minerale,agregate multigranulare şi pastă (ciment,mezostază).

SUBHEDRALE=HIPIDIOMORFE (gr. hipo=sub,dedesubt,mai puţin).Minerale care pot fi idiomorfe în raport cu unele dintre părţile componente ale rocii şi xenomorfe în raport cu altele.

SAGRINAJ.Prezenţa de asperităţi (scobituri,zgârieturi etc.) pe suprafaţa unor minerale (ex.olivină),rezultate în urma operaţiei de confecţionare a secţiunilor subţiri,puse în evidenţă de existenţa unor puncte luminoase şi întunecate datorate lu-

minii care străbate secţiunea microscopică şi care se reflectă simplu sau total.

SLAM. Amestec de particule minerale foarte fine (10-40 microni) şi apă, rezultat de la prepararea mecanică pe cale umedă a minereurilor sau cărbunilor.

SLIC. Concentrat de minerale grele (aur, platină, casiterit etc) obţinut prin spălarea nisipurilor aluvionare.

SLIRE. Acumularea locală a unora dintre componenţii rocilor magmatice sub formă de benzi, de dimensiuni variabile, care s-au format în timpul consolidării rocilor respective (şlire de cromit în peridotite, titanomagnetit în gabbrou, hornblendă în diorit etc).

SHOSHONIT. Rocă vulcanică sau subvulcanică moderat alcalină cu olivină, de compoziţie trahiandezitică. Poate conţine fenocristale de labrador concrescute cu sanidin, augit, olivină, incluse într-o masă fundamentală vitroasă sau faneritică, alcătuită din sanidin, andezin, biotit, oxizi de fier, apatit ± analcim, cuarţ sau hipersten.

SHOSHONITIC. Tip de magmă nealcalină caracterizată prin creşterea conţinutului de K_2O şi SiO_2 în cursul diferenţierii.

TABULAR. Mineral sub formă de plăci.

TEXTURA. Aranjamentul, dispoziţia în spaţiu şi gradul de ocupare a acestuia de către componentele ce constituie o rocă, provocate de condiţiile de formare a acesteia.

TITANOMORFIT. Agregat fin granular de minerale titanifere (ilmenit, titanit, rutil) de culoare alb murdar rezultat din alterarea acestora.

TUFIT. Rocă sedimentară formată din material fin detritic terigen amestecat cu cenuşă vulcanică, cimentate diagenetic.

TURJAIT. Melafoidolit cu melilit. Conţine melilit, biotit, melanit (70-90%), având ca unic mineral leucocrat nefelinul.

URALIT. Varietate fibroasă de hornblendă verde, rezultată prin metamorfozarea hidrotermală a piroxenilor.

URTIT. Rocă plutonică corespunzătoare foidolitelor cu structură panidiomorf granulară. Este format în principal din nefelin, minerale melanocrate (30%), egirin, egirin-augit. Obişnuit nu conţine feldspat. În cazul când conţinutul melanocratelor este redus, poartă denumirea de ijolit.

UVIT. Rocă plutonică făcând parte din grupa sienitului foidic cu structură mediogranulară.Este constituit din ortoclaz, microclin,nefelin(substituit frecvent de cancrinit-până la 35%),egirin şi biotit.

VITROFIRICA,STICLOASA. Structură caracteristică rocilor predominant sticloase.

XENOBLAST. Mineral format în şisturile cristaline,prezentând altă formă cristalografică decât cea proprie.

XENOGENE. Minerale străine rocilor magmatice,rezultate în urma asimilării de către magmă a materialului din rocile înconjurătoare (ex.granaţi,wollastonit,cordierit,sillimanit,andalusit etc).

XENOLIT. Fragment provenit din distrugerea rocilor străbătute de o masă magmatică şi înglobat în aceasta. Provine din pereţii sau acoperişul intruziunii, are frecvent formă alungită, fiind mai mult sau mai puţin transformat de magmă. Se deosebeşte genetic de roca în care este cantonat.